



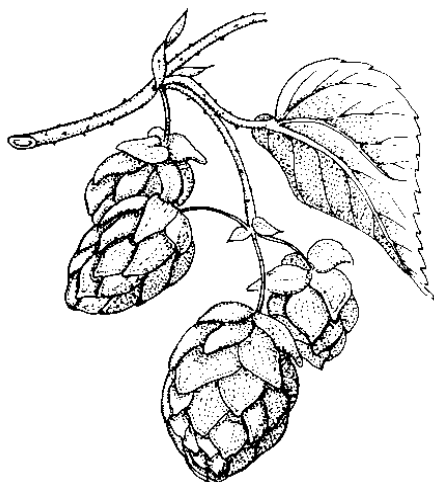
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.

Jahresbericht 2014

Sonderkultur Hopfen



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

März 2015



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 2015

Druck:

Schutzgebühr: 5,- €

Vorwort

Hopfen ist ein landwirtschaftliches Erzeugnis, dessen Produzenten wie bei kaum einem anderen weltweit im Wettbewerb um die günstigsten Produktionsbedingungen stehen. Die Preise macht der Markt und nicht der Erzeuger. Vor diesem Hintergrund ist es früher wie heute unverzichtbar, einen Vorsprung beim wissenschaftlichen und produktionstechnischen Know How zu haben. Für die Deutsche Hopfenwirtschaft stellt das die Hopfenforschung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft sicher. Sie ist dabei auf ein deutliches staatliches Engagement angewiesen. Im Gegenzug bleiben die Hopfenbauern in der Lage, auf die Erfordernisse von Marktveränderungen, Klimawandel, Schaderregerspektrum und Regelungen im landwirtschaftlichen Fachrecht zu reagieren. Gerade die bayerische Hallertau als geschlossenes Anbaugebiet mit großem wirtschaftlichem Einfluss des Rohstoffs Hopfen auf eine ganze Region profitiert davon stark.

Themen wie Automatische Hopfenpflücke, Zwischenfrucht-Management, Optimierung der Tröpfchenbewässerung, Entwicklung von Energie sparenden Strategien in der Hopfentrocknung, Förderung des Integrierten Pflanzenschutzes, Monitoring und Prognose von Krankheiten und Schädlingen, Etablierung von Nützlingen, neutrale Prüfung von Pflanzenschutzmitteln, Minimierung von Pflanzenschutzmittelaufwandmengen, spezielle Kreuzungsprogramme mit Landsorten, aufwändige Verfahren in der Resistenzzüchtung, Forschungsreihen zu alten und neuen Schaderregern, der Einsatz von Meristemkulturen zur Eliminierung von Viren aus Pflanzenmaterial, Monitoring der wertbestimmenden Inhaltsstoffe während der Ernte, Erntezeitversuche sowie Weiterentwicklung der Qualitätsuntersuchungen ließen sich in einer rein privat betriebenen Hopfenforschung niemals realisieren.

Über all diese Themen und Vieles mehr soll Sie dieser Bericht informieren. Unsere Forschungsergebnisse werden auf kürzestem Weg über Veröffentlichungen, Beratungsunterlagen, Seminare und Vorträge an die Fachwelt weitergegeben. Durch die engen fachlichen Kontakte der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Hopfenforschungszentrums mit der Brauwissenschaft, der Hopfenverarbeitung, dem Hopfenhandel und den Hopfenpflanzern können Forschungsprojekte effektiv und zielorientiert bearbeitet und in die Praxis umgesetzt werden.

Die Erfolge der Hopfenforschung basieren auf der Bündelung staatlicher und privater Interessen und einer geteilten fachübergreifenden Kompetenz. Die Hopfenforschung hat maßgeblich zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Anbaugebiete beigetragen und wird dies mit öffentlicher Unterstützung auch weiterhin leisten können. Dafür steht ein motiviertes Team von Wissenschaftlern, Ingenieuren und Fachkräften, denen wir hier für ihre engagierte Arbeit ebenso danken wollen wie den Unterstützern der Hopfenforschung aus den Bereichen Forschungsförderung, Fachverbänden, Erzeugergemeinschaft und Hopfenpflanzerschaft.

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	6
1.1	Laufende Forschungsvorhaben	6
1.2	Forschungsschwerpunkte	23
1.2.1	Forschungsschwerpunkte Züchtung	23
1.2.2	Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik	25
1.2.3	Forschungsschwerpunkte Hopfenqualität und Analytik	27
1.2.4	Forschungsschwerpunkte Pflanzenschutz im Hopfen.....	29
2	Witterung und Wachstumsverlauf 2014 - Auswirkungen auf produktionstechnische Maßnahmen in der Hallertau.....	30
3	Statistische Daten zur Hopfenproduktion	33
3.1	Anbaudaten	33
3.1.1	Struktur des Hopfenbaus	33
3.2	Ertragssituation im Jahr 2014.....	37
4	Züchtungsforschung Hopfen.....	40
4.1	Klassische Züchtung	40
4.1.1	Kreuzungen 2014	40
4.1.2	Innovationen bei der Selektion von Hüller Zuchtstämmen.....	40
4.1.3	Zuchtstämmе mit besonderem Potenzial	44
4.2	Forschungstätigkeiten zum vermehrten Auftreten von <i>Verticillium</i> -Infektionen	46
5	Hopfenbau, Produktionstechnik.....	48
5.1	N _{min} -Untersuchung 2014.....	48
5.2	Einfluss unterschiedlicher Trocknungstemperaturen und Erntezeitpunkte auf den Gesamtölgehalt der Sorte Mandarinа Bavaria.....	50
5.3	Reaktion der Sorte Hallertauer Tradition auf Reduzierung der Gerüsthöhe (6 m).....	52
5.4	LfL-Projekte im Rahmen der Produktions- und Qualitätsinitiative.....	55
5.4.1	Jährliche Erhebung, Untersuchung und Auswertung von Qualitätsdaten von Hopfen nach der Ernte	55
5.4.2	Jährliche Erhebung und Untersuchung des Schädlingsbefalls in repräsentativen Hopfengärten in Bayern.....	57
5.4.3	Ringanalysen zur Qualitätssicherung bei der Alphasäurenbestimmung für Hopfenlieferungsverträge.....	57
5.5	Leader-Projekt: „Hallertauer Modell zum ressourcenschonenden Hopfenanbau“	58
5.6	Beratungs- und Schulungstätigkeit	59
6	Pflanzenschutz im Hopfen.....	62
6.1	Schädlinge und Krankheiten des Hopfens	62
6.1.1	Blattlaus	62
6.1.2	Peronospora.....	63
6.2	Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen.....	63

6.3	Monitoring des Falterfluges der Markeule <i>Hydraecia micacea</i> im Hopfen mittels Lichtfalle	70
6.4	Welche Erdfluh-Arten befallen den Hopfen?	71
7	Hopfenqualität und Analytik	73
7.1	Allgemeines.....	73
7.2	Optimierung der Inhaltsstoffe als Zuchtziel.....	74
7.2.1	Anforderungen der Brauindustrie	74
7.2.2	Alternative Anwendungsmöglichkeiten.....	75
7.3	Welthopfensortiment (Ernte 2013)	76
7.4	Aufstellung und Inbetriebnahme des neuen Gaschromatographie-Massenspektrometer-Systems	82
7.5	Ringanalysen zur Ernte 2014	85
7.5.1	Auswertung von Kontrolluntersuchungen	87
7.6	Herstellung von reinen α -Säuren und deren ortho-Phenylendiamin-Komplexen zur Überprüfung und Kalibrierung der HPLC-Standards	88
7.7	Ergebnisse zur Biogenese des Gesamtölgehalts der neuen Hüller Special Flavor-Hopfen in den Jahren 2012, 2013 und 2014.....	89
7.8	Analysen für die Arbeitsgruppe IPZ 3d „Heil- und Gewürzpflanzen“	92
7.9	Kontrolle der Sortenechtheit	92
8	Veröffentlichungen und Fachinformationen	93
8.1	Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit	93
8.2	Veröffentlichungen	93
8.2.1	Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge	93
8.2.2	LfL-Schriften.....	95
8.2.3	Beiträge in Rundfunk und Fernsehen.....	95
8.3	Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen	96
8.3.1	Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare.....	96
8.3.2	Vorträge.....	97
8.3.3	Führungen	104
8.3.4	Ausstellungen und Poster.....	107
8.4	Aus- und Fortbildung	107
8.5	Mitarbeit in Arbeitsgruppen, Mitgliedschaften.....	107
9	Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben.....	108
10	Forschungsschwerpunkte	110
11	Personal IPZ 5 - Arbeitsbereich Hopfen.....	112

1 Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen

1.1 Laufende Forschungsvorhaben

Entwicklung und Optimierung einer Maschine zur automatischen Hopfenpflücke (ID: 5381)

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung und Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Finanzierung:	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
Projektung:	J. Portner
Bearbeitung:	IPZ 5 und Dr. G. Fröhlich, Dr. Z. Gabor, (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 Pflückeinheit 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.

2014 erfolgten weitere Optimierungsschritte und Untersuchungen zur Vorpflückqualität. Ferner wurde von den Kollegen von ILT ein Konzept entworfen und getestet, um den Hopfenstapel mithilfe geeigneter Sensorik zu vermessen und so die Portionierung und Auslastung der Pflückmaschine optimieren zu können.

Nähere Informationen können dem Abschlussbericht entnommen werden, der im April fertiggestellt wird und ab Mai im Internet einsehbar ist.

Optimierung der Tröpfchenbewässerung im Hopfenbau (ID:4273)

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
Kooperation:	Dr. M. Beck, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf Prof. Urs Schmidhalter, TU München, Weihenstephan
Laufzeit:	01.12.2011 – 30.11.2014, verlängert bis 31.12.2015

Ziel

Witterungsbedingt kommt es im Hopfen jährlich zu großen Ertragsschwankungen. Dies gefährdet die von der Brauwirtschaft geforderte Liefersicherheit. Aus diesem Grund haben sich in der Vergangenheit auf ca. 15 % der Flächen Bewässerungssysteme im Hopfen etabliert. Begrenzender Faktor ist hierbei die Verfügbarkeit von Wasser. In diesem Zusammenhang tauchten auch Fragen auf, inwieweit die Bewässerung von Hopfen ökonomisch sinnvoll und ökologisch verträglich ist.

Ziel des Projektes ist es, ein Bewässerungsmanagement im Hopfen zu entwickeln, mit dessen Hilfe eine Ertragsstabilisierung bei Hopfen mit der knappen Ressource Wasser unter Berücksichtigung von ökonomischen Aspekten erreicht werden kann.

Die zu klärenden Hauptfragen der Praxis beziehen sich dabei auf:

- die Positionierung der Tropfschläuche
- den optimalen Bewässerungszeitpunkt und die Höhe der Bewässerungsgaben
- Hilfsmittel zur Bewässerungssteuerung

Material und Methoden

Da in den Jahren 2012 und 2013, durch eine objektive Steuerung max. 664 m³/ha (66 mm) ausgebracht wurden, wurde 2014 die Variante AB150 bezüglich ihrer Bewässerungsmenge und -dauer verändert. So wurde die Auslösung der Bewässerung nicht mehr von der Bodenfeuchte bestimmt, sondern anhand einer zu erreichenden Bewässerungsmenge festgelegt. Diese Menge sollte 1000 m³/ha (=100 mm) überschreiten (vgl. Tab. 1.1).

Tab. 1.1: Verabreichte Wassermengen und gefallener Niederschlag in mm

		➤ Sandboden ➤ (Karpfenstein)	➤ Lehmboden ➤ (Attenhofen)
➤ Zusätzliche Wassergabe (mm)	➤ 150 AB	➤ 144	➤ 139
	➤ 300 AB	➤ 17	➤ 35
	➤ 600 AB	➤ 18	➤ 44
	➤ NB	➤ 17	➤ 36
	➤ ZB	➤ 17	➤ 38
➤ Natürlicher Niederschlag (mm) (01. Juni- 15. September)		➤ 308	➤ 262

Ausschlaggebend für diese angestrebte Menge war unter anderem Erfahrungsaustausch mit Landwirten im Hopfenbau, die diese Menge als „Mindestmenge“ postuliert haben, um einen positiven Effekt auf den Ertrag erzielen zu können. Ein Einfluss, der in zahlreichen Versuchen bisher nicht erbracht werden konnte.

Ergebnisse

Abb. 1.1 zeigt die gemittelten Ernteergebnisse des Sandbodenstandortes Karpfenstein mit Standardabweichung. Es konnten keine statistisch abgesicherten Unterschiede sowohl im Ertrag als auch im Alphasäuregehalt zwischen den sechs Varianten festgestellt werden (getestet mit ANOVA, $F_{\text{Ertrag}}: 0,725$, $p_{\text{Ertrag}} = 0,61$, $F_{\alpha}: 0,712$, $p_{\alpha} = 0,62$).

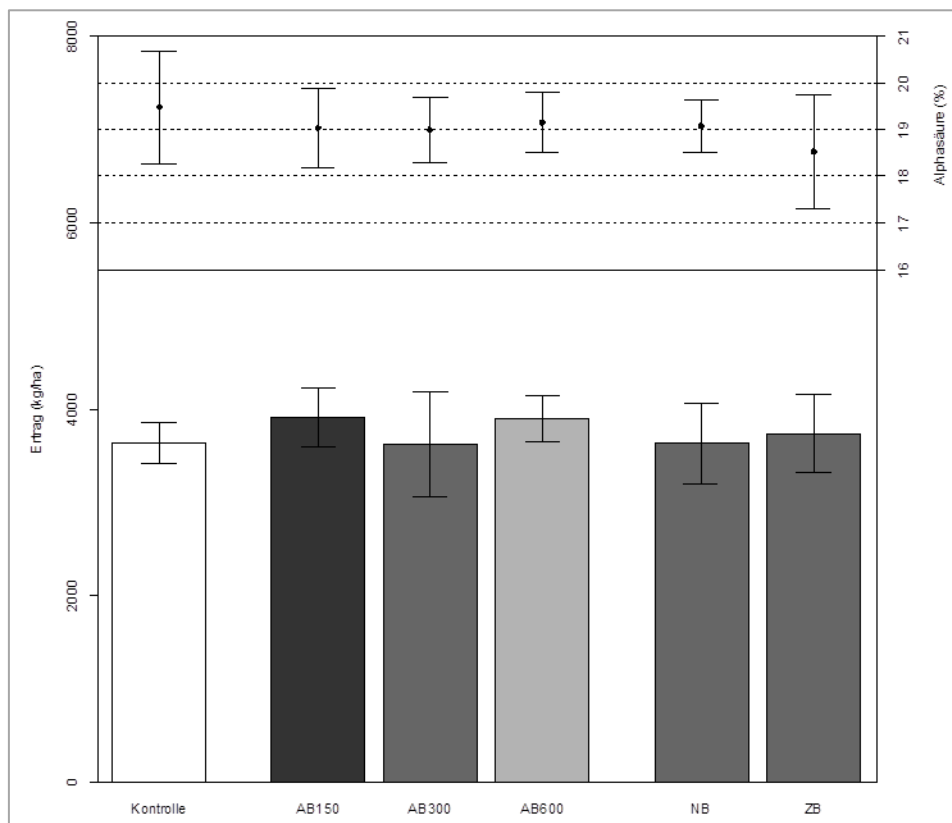


Abb. 1.1: Ertrag (kg/ha) und Alphasäuregehalt (%) am Sandbodenstandort Karpfenstein bei unterschiedlichen Bewässerungsstrategien (Kontrolle = unbewässert, AB = Tropfschlauch auf dem Bifang, Bew. bei Saugspannungswerten 150, 300 und 600 hPa), NB = Tropfschlauch neben dem Bifang verlegt, ZB = Tropfschlauch in der Fahrgassenmitte verlegt; NB und ZB wurden gleichzeitig mit AB300 bewässert); $n=6$. Sowohl die Ertragsermittlung als auch die Alphasäuregehalte zeigten keine signifikante Unterschiede getestet mit ANOVA ($F_{\text{Ertrag}}:0,725$; $p_{\text{Ertrag}} = 0,61$; $F_{\alpha}: ,0,712$; $p_{\alpha} : 0,62$).

In Abb. 1.2 sind die Mittelwerte inkl. Standardabweichung des Ertrages und der dazugehörigen Alphasäuregehalte der 6 Varianten am Lehm Bodenstandort dargestellt. Der höchste Ertrag wurde bei der Variante AB 600 erzielt. Dabei unterscheidet sich laut statistischer Untersuchung (ANOVA mit *posthoc* Test nach Bonferroni-Holm) die Variante AB600 von den Varianten NB und ZB im Ertrag mit einem Signifikanzniveau von $p = 0,03$ und $p = 0,01$. Beim Alphasäuregehalt gibt es einen signifikanten Unterschied ($p = 0,04$) zwischen der Variante AB150 mit einem mittleren Gehalt von $19,8 \% (\pm 0,7 \%)$ und der Variante ZB mit einem mittleren Gehalt von $18,2 \% (\pm 1,3 \%)$.

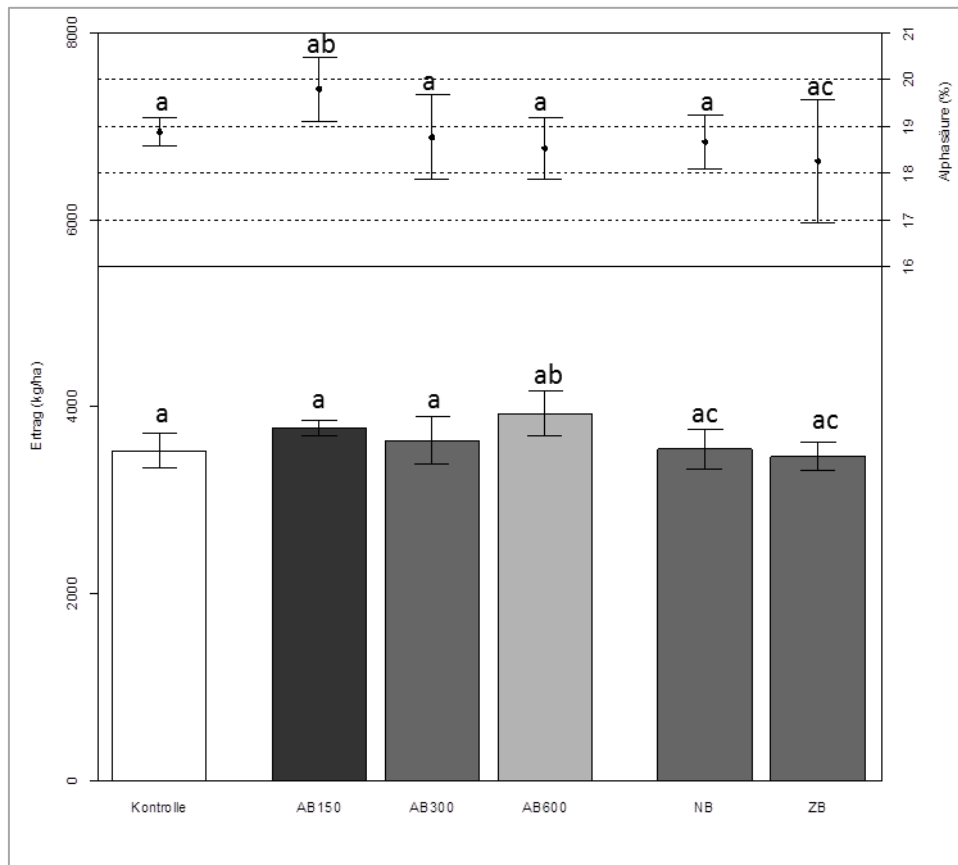


Abb. 1.2: Ertrag (kg/ha) und Alphasäuren-Gehalt (%) am Lehmstandort Attenhofen bei unterschiedlichen Bewässerungsstrategien (Kontrolle = unbewässert, AB = Tropfschlauch auf dem Bifang, Bew. bei Saugspannungswerten 150, 300 und 600 hPa), NB = Tropfschlauch neben dem Bifang verlegt, ZB = Tropfschlauch in der Fahrgassenmitte verlegt; NB und ZB wurden gleichzeitig mit AB300 bewässert); n=6. Die Varianten AB300 und AB600 basieren lediglich auf fünf Wiederholungen (n=5), da jeweils eine Parzelle aufgrund sehr schwacher Pflanzentwicklung herausgenommen wurde. Sowohl die Ertragsmittlung als auch die Alphasäuren-Gehalte zeigten signifikante Unterschiede getestet mit ANOVA ($F_{\text{Ertrag}}: 4,215; p_{\text{Ertrag}} = 0,006^{**}; F_{\alpha}: 2,486; p_{\alpha} < 0,05^{*}$). Der post-hoc Test mit Bonferroni-Holm Korrektur zeigt signifikante Unterschiede zwischen den Varianten AB600 und NB als auch ZB ($p = 0,03$ und $0,01$). Die alpha-Säure-Gehalte unterscheiden sich zwischen AB150 und ZB ($p = 0,04$). Zur unbewässerten Kontrolle konnten keine Unterschiede festgestellt werden.

Trotz gesteigerter Wassergaben in den Versuchsvarianten AB150 konnten aufgrund ausreichender Niederschläge in der Vegetationsperiode mit 308 mm in Karpfenstein und 262 mm in Attenhofen keine statistisch belegbaren Unterschiede zur unbewässerten Kontrolle festgestellt werden.

Modellvorhaben: „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz“, Teilvorhaben „Hopfenanbau in Bayern“ (ID 5108)

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Finanzierung:	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
Projektleiter:	J. Portner
Bearbeitung:	M. Lutz
Kooperation:	Julius Kühn-Institut (JKI) Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP) 5 Demonstrationsbetriebe (mit Hopfenbau) in der Hallertau
Laufzeit:	01.03.2014 – 31.12.2016

Ziel

Im Rahmen des Nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln wurde das bundesweit laufende Modellvorhaben „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz“ auf den Hopfenbau erweitert und 2014 in der Hallertau ein „Teilvorhaben Hopfenanbau in Bayern“ eingerichtet.

Ziel ist den chemischen Pflanzenschutzmitteleinsatz in Hopfen durch regelmäßige Bestandskontrollen und intensive Beratung auf das notwendige Maß zu begrenzen. Dabei sind die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes zu beachten und nichtchemische Pflanzenschutzmaßnahmen, soweit vorhanden und praktikabel, vorrangig anzuwenden.

Methode

Auf fünf konventionellen Hopfenbaubetrieben in der Hallertau (Standorte: Geibenstetten, Buch, Einthal, Dietrichsdorf und Mießling) wurden je drei Demoschläge ausgewählt, die eine durchschnittliche Fläche von 1-2 ha aufweisen. Die ausgewählten Sorten sind HA, HE, HM, HS, HT, PE und SR. Jeder Schlag wurde während der Vegetationsperiode wöchentlich bonitiert und der Befall mit Krankheiten und Schädlingen exakt ermittelt. Zudem wurde bei den Bonituren der Befall in den Randflächen extra erfasst. Die Projektbearbeiterin orientierte sich bei ihren Bekämpfungsempfehlungen an Schadschwellen, Warndiensthinweisen und Prognosemodellen. Waren nichtchemische Behandlungen als mögliche Alternativen zum chemischen Pflanzenschutzmitteleinsatz vorhanden, wurden diese bevorzugt eingesetzt. Die gewonnenen Boniturdaten und der dafür benötigte Zeitaufwand sowie die durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen werden auf einer speziellen App oder in Programmen erfasst und zur Auswertung ans JKI übermittelt.

Zur Pflanzenschutzmitteleinsparung und als nichtchemische Maßnahmen wurden folgende Behandlungen durchgeführt: Um die Pflanzenschutzmittel gezielter auszubringen und bei der Reihenbehandlung einzusparen, wurde in den frühen Entwicklungsstadien Sensortechnik eingesetzt. Gegen den Wildverbiss wurde mit einem Wildvergrämungsmittel auf Schaffettbasis (Trico) vorgegangen.

Zum Hopfenputzen wurde mit Dünger-Lösungen behandelt und mechanisch per Hand und mittels Entlaubungsgerät („Laubsauger“) entlaubt.

Gegen die Gemeine Spinnmilbe wurden Reben per Hand entlaubt und ein Leimanstrich angebracht. Bei einigen Sorten wurde das Unkraut auf dem Bifang mittels Entlaubungsgerät entfernt. Zur Queckenbekämpfung wurde das Unkraut um die äußersten Säulen per Hand ausgehauen.

Ergebnisse

Der Wildverbiss konnte mittels Trico sichtbar wirksam gestoppt werden. Bei den mit dem „Laubsauger“ behandelten Flächen musste der untere Rebenbereich noch zusätzlich chemisch behandelt werden. Das Handentlauben erforderte deutlich mehr Akh/ha als alle alternativen Entlaubungsmethoden. In dem mit Leim-Anstrich versehenen Bereich des Schlages konnte eine chemische Behandlung gegen die Spinnmilbe eingespart werden. Durch die zusätzlichen Bonituren der Randbereiche konnten zudem Behandlungen gegen die Gemeine Spinnmilbe gezielter durchgeführt und somit Pflanzenschutzmittel eingespart werden. Durch die intensiven Mehltau-Bonituren konnten regelmäßig sehr viele Befallsstellen ausfindig gemacht werden, was jedoch auch zu einer hohen Anzahl von Behandlungen führte. Bei der mechanischen Unkrautbekämpfung musste teils der Bifang chemisch noch einmal nachbehandelt werden.

Aussagen zu möglichen Pflanzenschutzmitteleinsparungen können zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht gemacht werden.

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 und Ergebnisse

Siehe ausführlicher Bericht unter Punkt 6.2, Seite 63.

Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen und integrierten Hopfenbau

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen
Finanzierung:	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
Projektleitung:	Dr. F. Weihrauch
Bearbeitung:	J. Schwarz, D. Ismann, G. Meyr, J. Weiher
Kooperation:	Naturland-Hof Pichlmaier, Haushausen
Laufzeit:	01.03.2014 - 28.02.2017

Ziel

Nach umwelt- und anwendertoxikologischer Beurteilung u.a. durch das Umweltbundesamt 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, von der BLE über das Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖLN) installierten Versuchsprogramm von 2010 bis 2013 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. Nach dem erfolgreichen Abschluss dieses Projektes hat es sich das aktuelle Nachfolgeprojekt zur Aufgabe gestellt, die erreichten 3,0 kg Cu/ha/Jahr kritisch zu prüfen und, soweit möglich, eine weitergehende Reduzierung des Kupfereinsatzes zu untersuchen.

Ergebnisse

Die Ergebnisse des BÖLN-Projektes konnten auch 2014 bestätigt werden und mit 3,0 kg Cu/ha/Jahr ein guter Bekämpfungserfolg der Hopfen-Peronospora in verschiedenen Varianten erzielt werden. Bei der weitergehenden Reduzierung auf 2 kg/ha wurden nur zum Teil noch akzeptable Ergebnisse erzielt, und eine Variante mit nur 1 kg/ha Reinkupfer brach zur Ernte mit knapp 50% Doldenbefall signifikant ein. Bemerkenswert war allerdings die Kombination der 1 kg/ha-Variante mit Süßholz-Extrakt, die zur Ernte im Bereich der 2 kg/ha-Varianten lag – der Süßholz-Extrakt brachte als eine deutliche Wirkungsverbesserung. Eine völlig kupferfreie Variante mit dem Pflanzenhilfsstoff ‚Biocin F‘ ergab hingegen zur Ernte mit 72,5 % Doldenbefall dasselbe Befallsniveau wie die unbehandelte Kontrolle.

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, M. Jereb
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 fünften und letzten Projektjahr 2014 wurden Fänge aus Pheromonfallen in zwei konventionellen Hopfengärten bei Steinbach (Lkr. Kelheim, 475 m ü.NN, Bodenart sL) und bei Hagertshausen (Lkr. Pfaffenhofen, 450 m ü.NN, Bodenart sL) verglichen. In Steinbach 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 2014 in 15 Wochen (17. April – 31. Juli) 432 adulte Käfer (9 Arten, davon 6 *Agriotes* spp.) in den Pheromonfallen gefangen (Hagertshausen: 108 Käfer, Steinbach: 324 Käfer). In Steinbach war der Saatschnellkäfer *A. lineatus* mit etwa 40 % der Fänge die dominierende Art, gefolgt vom Garten-Humusschnellkäfer *A. sputator* (25 %) und dem Rauchigen Schnellkäfer *A. ustulatus* mit knapp 20 %. In Hagertshausen dominierte *A. sputator* (29 %), gefolgt vom Düsternen Humusschnellkäfer *A. obscurus* (25 %) und dem Zugespitzten Schnellkäfer *A. acuminatus* (19 %).

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 und Verbraucherschutz, 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. Wyschkon, M. Hainzmaier und S. Weihrauch (alle IPZ 5d)
Kooperation:	Hopfenversuchsgut Straß des Landwirtschaftlichen Technologie-zentrums (LTZ), Baden-Württemberg, F. Wöllhaf
Laufzeit:	01.05.2011 - 31.12.2016

Ziel

Ziel dieses 2011 begonnenen Züchtungsprogrammes ist es, eine Sorte zu entwickeln, die die typische Aromausprägung der Landsorte Tettnanger oder zumindest ein klassisch feines, dem Tettnanger ähnliches Aroma aufweist. Dabei soll jedoch in den Neuzüchtungen im Vergleich zum ursprünglichen Tettnanger Ertragspotenzial und Pilzresistenz deutlich verbessert werden. Durch reine Auslesezüchtung innerhalb der natürlich vorhandenen Variabilität der Tettnanger Landsorte ist dies nicht zu realisieren. Daher muss versucht werden, durch die gezielte Kreuzung von Tettnanger mit vorselektierten männlichen Hopfen dieses Ziel zu erreichen. Die männlichen Zuchtlinien stammen aus Kreuzungen mit feinen, traditionell geprägten Aromalinien der Hüller Züchtungsarbeit. Darüber hinaus waren die Väter auf breite Krankheitsresistenz hin ausgelesen worden und sollten aufgrund ihrer Verwandtschaft gute agronomische Leistungen mitbringen.

Ergebnisse

Aus 18 gezielten Kreuzungen, die seit 2010 zwischen der Landsorte Tettnanger und männlichen Hopfen aus Hüller Aromazüchtungsprogrammen durchgeführt wurden, konnten über 730 vorselektierte weibliche Sämlinge in die Sämlingsprüfung im Zuchtgarten in Hüll ausgepflanzt werden. Unter den guten Wachstums- und Entwicklungsbedingungen der Saison 2014 wurden 22 Sämlinge beerntet und deren Doldeninhaltsstoffe chemisch analysiert (EBC 7.7; siehe Tab. 1.2)

Tab. 1.2: Ernteergebnisse der Saison 2014

Kreuzung	α -Säuren ¹	β -Säuren ¹	Cohumulon ²	Xanthohumol ¹
Tettnanger	3,5	4,3	23	0,32
2011/024	3,5 - 4,1	5,9 - 7,4	22 - 24	0,34 - 0,35
2011/025	5,3 - 7,8	7,2 - 8,2	20 - 22	0,48 - 0,60
2012/025	8,2 - 9,1	4,1 - 4,6	24 - 26	0,43 - 0,45
2012/026	5,1 - 7,1	4,0 - 6,1	15 - 27	0,41 - 0,47
2012/027	5,1	6,7	17	0,27
2012/029*	3,5 - 8,4	8,5 - 10,2	19 - 20	0,37 - 0,52
2012/031	5,4 - 7,2	3,8 - 5,3	27 - 34	0,35 - 0,42
2013/044	9,0	4,5	21	0,38
2013/045*	4,0 - 9,0	4,5 - 8,9	22 - 29	0,33 - 0,57
2013/047	6,3	4,6	22	0,27

¹in % (w/w); ²relativ in % der Alphasäuren * aus dieser Kreuzung wurde ein Nachkomme für die Stammesprüfung ausgewählt

Aus den Sämlingsjahrgängen 2012 und 2013 wurden nun zwei Zuchtstämme für die nächste Selektionsstufe, die Stammesprüfung, ausgewählt. Die positive Einschätzung dieser Sämlinge beruht auf ihrem Resistenzverhalten, ihren agronomischen Eigenschaften sowie auf ihren Inhaltsstoffen, die letztlich auch die klassisch, fein hopfenwürzige Aromaausprägung bedingen. Bei der mit Frühjahr bzw. Herbst 2015 beginnenden Stammesprüfung werden die beiden Stämme in Wiederholungen an zwei Standorten in der Hallertau und auch im Hopfengarten des Versuchsgutes Straß, Tettnang, über vier Jahre angebaut und geprüft werden.

Ausblick

Aus züchterischer Sicht beginnt mit der 4-jährigen Stammesprüfung ab 2015 eine erste entscheidende Phase. Dann sind sehr viel zuverlässigere Einschätzungen hinsichtlich Ertrag, Aromaausprägung, Bitterstoffgehalt und Resistenz gegenüber Krankheiten und Schädlingen möglich, weil hierbei das Potenzial eines Zuchtstammes unter verschiedenen Boden- und Witterungsbedingungen erfasst wird.



Abb. 1.3: Übersicht zu den verschiedenen Stationen bei der Entwicklung einer neuen, dem Tettnanger ähnlichen Sorte

Anhand der Abb. 1.3 lässt sich abschätzen, dass selbst nach Erreichen der Stammesprüfung noch einige Jahre vergehen werden, bis ein erster Stamm aus diesem Züchtungsprogramm nach den Praxisprüfungen (Reihenbau und Großflächenversuchsanbau) als möglicher Kandidat zur Anmeldung als Sorte durch die GfH ansteht.

Mehltauisolate und ihr Einsatz in der Mehltairesistenzzüchtung bei Hopfen

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen
- Finanzierung:** Gesellschaft für Hopfenforschung e.V. (2013 - 2014)
Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G. (2015 - 2016)
- 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 – 31.12.2016

Ziel

Seit 2000 werden für die Mehltairesistenzprüfung im Gewächshaus und Labor Mehltauisolate mit charakterisierten Virulenzeigenschaften eingesetzt. Zusammen mit den ständig optimierten Prüfsystemen im Gewächshaus und Labor ermöglichen sie es, Hopfensorten zu züchten, die auch in Jahren mit hohem Befallsdruck beste Brau- und Lebensmittelqualität und zugleich Liefersicherheit garantieren.

Ergebnisse

2014 wurden 11 charakterisierte Einzelspor-Isolate von *Podosphaera macularis*, dem Echten Mehltaupilz bei Hopfen, genutzt. Folgende Fragestellungen oder Untersuchungen wurden durchgeführt:

- **Mehltauisolate – Erhaltung und Charakterisierung:** Vor dem Start der Testungen wurden im Februar, wie jedes Jahr, die Virulenzeigenschaften aller Mehltauisolat überprüf. 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 ihrer Inkulturnahme keine ihrer Virulenzgene durch Mutation verloren haben. Außerdem wurden hierbei auch neu im Anbaugebiet bzw. im Gewächshaus auftretende Mehltaupopulationen auf ihre Virulenzeigenschaften hin untersucht.
- **Prüfung auf Mehltaresistenz im Gewächshaus:** Unter standardisierten Infektionsbedingungen wurden alle Sämlinge (ca. 220.000), die aus den 97 Kreuzungen des Vorjahres entstanden waren, im Gewächshaus künstlich mit drei Mehltauisolaten beimpft. Es kamen Mehltastämme 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 Mehltaresistenz im Labor mit dem Blatt-Testsystem:** Des Weiteren wurden Zuchtstämme, Sorten und 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 Mehltauisolat („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 Mehltaupopulationen in den deutschen Hopfenanbaugebieten bestimmt. Dabei wurde auch 2014 die Reaktion von 11 Sorten und Wildhopfen, die alle bisher weltweit bekannten Resistenzgene tragen (= sog. Hopfen-Differenzialsortiment), gegenüber allen aktuell zur Verfügung stehenden Mehltauisolaten 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 Mehltaresistenzzüchtung 2014 mit 11 charakterisierten Mehltausisolaten

2014	Testung im Gewächshaus		Blatt-Test im Labor	
	Pflanzen	Boniturdaten	Pflanzen	Boniturdaten
Sämlinge aus 97 Kreuzg.	ca. 220.000 bei Massen-Selektion		-	-
Zuchtstämme	180	810	170	1.356
Sorten	14	70	6	37
Wildhopfen	34	168	34	98
Virulenzen Mehltausisolate	-	-	11	646
Gesamt (Einzeltestungen)	228	1.048	221	2.137

M-Selektion = Massenselektion in Pflanzschalen; einzeln = Selektion als Einzelpflanzen in Töpfen

Meristemkulturen zur Eliminierung von Viren – Schnellere Bereitstellung von virusfreiem Pflanzmaterial

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen
Finanzierung:	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.
Projektleitung:	Dr. E. Seigner und A. Lutz
Bearbeitung:	B. Haugg
Kooperation:	Dr. L. Seigner und Team IPS 2c
Laufzeit:	01.07.2014 – 31.12.2015

Ziel

Virusfreies Pflanzmaterial als Teil der Qualitätsinitiative bei Hopfen ist seit Jahren von großer Bedeutung. Die Erkenntnisse aus dem Virus- und Viroid-Monitoring der deutschen Hopfenbauregionen und der Hüller Zuchtgärten (Seigner et al., 2014) zeigen sehr augenfällig, wie wichtig die Meristemkultur für die Bereitstellung von gesundem Pflanzmaterial ist. Dies gilt sowohl für die deutschen Hopfenpflanzer wie auch für die Hüller Züchtung selbst.

Ziel dieser Arbeiten ist es, über ein neues *in vitro*-Flüssig-Kultursystem die Bereitstellung von virusfreiem Hopfen deutlich zu beschleunigen.

Methode

Zur Erzeugung von virusfreien Hopfenpflanzen wird die oberste Wachstumszone (= Meristem), die sich am Ende der Sprossspitze befindet, nach einer Hitzebehandlung herauspräpariert. Diese Meristeme regenerieren auf speziellen Nährmedien zu vollständigen Pflanzen.

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. 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), das Hop stunt Viroid (HpSvd) sowie das Latente Hopfenviroid (HpLVd) zum Einsatz oder wenn nur sehr wenig *in vitro*-Ausgangsmaterial für die Untersuchungen zur Verfügung stand.

Ergebnisse

Der erste Schritt, die Entwicklung des herausgeschnittenen, präparierten Meristems in einen kleinen Spross verläuft relativ zügig. Aber die folgenden Schritte, das weitere Wachstum des Sprosses und die Verklonungsschritte auf Festmedium machen die Virusfreimachung zu einem zeitaufwendigen Verfahren. So vergehen vom Start der Viruseliminierung mit der Präparation des Meristems über die verschiedenen Gewebekulturschritte bis hin zur Virustestung der neu aus dem Meristem entstandenen Pflanzen bis zu 10 Monate. Unser Anliegen ist es daher, den gesamten Prozess deutlich zu beschleunigen.

Basierend auf den Erfahrungen von Schwekendiek et al. (2009), Gatica-Arias (2012), Gatica-Arias und Weber (2013) bei Hopfen und Penzkofer (2010) bei Phlox wurden Vorversuche mit einem transienten Immersionssystem mit Internodienstücken (Stengelstücke mit Achselknospen) durchgeführt. Die positiven Erkenntnisse aus diesen Regenerationsstudien gaben Anlass, dieses Flüssigkultursystem weiter zu verfolgen. Unserer Intention folgend, mit diesem Kultursystem die „langsamen“ Schritte im gesamten Regenerationsprozess vom Hopfen-Meristem bis hin zu den fertigen Pflanzen zu verbessern und zu beschleunigen, werden aktuell verschiedene Parameter zur Kulturführung erforscht und optimiert.

Referenzen

- Gatica-Arias, A. (2012): Metabolic engineering of flavonoid biosynthesis in hop (*Humulus lupulus* L.) for enhancing the production of pharmaceutically active secondary metabolites. University of Hohenheim, Dissertation.
- Gatica-Arias, A. and Weber, G. (2013): Genetic transformation of hop (*Humulus lupulus* L. cv. Tettmanger) by particle bombardment and plant regeneration using a temporary immersion system. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.* DOI 10.1007/s11627-013-9574-0
- Penzkofer, M. (2010): Untersuchungen zur Massenvermehrung von *Phlox*-Sorten in einem *temporary immersion system* (TIS). Fachhochschule Weihenstephan, Fakultät Gartenbau und Lebensmitteltechnologie, Diplomarbeit.
- Schwekendiek, A., Hanson, S.T., Crain, M. (2009): A temporary immersion system for the effective shoot regeneration of hop. *Acta Hort* 848, 149-156.
- Seigner, L., Lutz, A. and Seigner, E. (2014): Monitoring of Important Virus and Viroid Infections in German Hop (*Humulus lupulus* L.) Yards. *BrewingScience - Monatsschrift für Brauwissenschaft*, 67 (May/June 2014), 81-87.

Untersuchungen auf *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.
Projektleitung:	Dr. S. Seefelder
Bearbeitung:	P. Hager, D. Eisenbraun
Kooperation:	Dr. S. Radišek, Slovenian Institute of Hop Research and Brewing, Slowenien Prof. B. Javornik, Universität Lubljana, Slowenien Hopfenbau und Produktionstechnik, IPZ 5a
Laufzeit:	01.01.2014 - 31.12.2014

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

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 eingesetzt. 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 Bodenzwergpilz 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 verfolgt werden.

Monitoring von gefährlichen Viroid-Infektionen an Hopfen in Deutschland

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz, AG Virologie und Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen
Finanzierung:	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.
Projektleitung:	Dr. L. Seigner, Institut für Pflanzenschutz (IPS 2c); Dr. E. Seigner, A. Lutz (beide IPZ 5c)
Bearbeitung:	G. Bachmair, 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 2014

Ziel

Seit 2008 wird von der LfL ein Monitoring auf das Hopfenstaucheviroid (Hop stunt viroid) in den Hopfenzüchtgärten wie auch in den Praxisbeständen aller deutschen Hopfenanbaugebiete durchgeführt. Ein Resümee zu diesen Arbeiten wurde 2014 veröffentlicht (Seigner et al., 2014). 2014 wurde dabei auch auf das in Slowenien 2013 erstmals an Hopfen nachgewiesene Zitrusviroid (CVd IV = CBCVd: Radišek et al. 2013; Jakse et al., 2014) getestet.

Da diese Schaderreger bei Hopfen, insbesondere unter Stressbedingungen, zu massiven Ertrags- und Alphasäureeinbußen führen können, sollen diese Befallsherde möglichst frühzeitig detektiert und ausgelöscht werden. Denn durch Pflanzenschutzmittel können diese Pathogene nicht bekämpft werden.

Methoden

Blattproben von Hopfenpflanzen aus den Zuchtgärten der LfL, einem Vermehrungsbetrieb der GfH sowie von Praxisflächen aus der Hallertau, aus Tettwang und dem Elbe-Saale-Gebiet wurden im Pathodiagnostiklabor von IPS 2c mit einer molekularen Technik (RT-PCR = reverse Transkriptase Polymerasekettenreaktion) auf die beiden in Tab. 1.4 vorgestellten Pathogene untersucht. Getestet wurden zudem auch ausländische Sorten sowie unter Quarantänebedingungen gehaltene Pflanzen aus dem Ausland.

Tab. 1.4: Viroide, die bei Hopfen gravierende Schäden verursachen können

Viroid deutsche Bezeichnung	Viroid englische Bezeichnung	Abkürzung	Nachweis- methode
Hopfenstauche-Viroid	Hop stunt viroid	HpSVd	RT-PCR*
Zitrusviroid IV	Citrus viroid IV	CVd IV = CBCVd	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 stets eine interne RT-PCR-Kontrolle auf Hopfen-mRNA (Seigner et al., 2008) mitgeführt, um das Funktionieren der RT-PCR zu überprüfen.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 239 Proben auf HpSVd und CVd IV getestet. In keiner Probe wurde Befall nachgewiesen, so dass davon auszugehen ist, dass die beiden Viroide noch keinen Einzug in den deutschen Hopfenanbau gefunden haben. Es besteht also durchaus die reelle Chance, die drohende Gefahr zu beherrschen. Beide gefährlichen Viroide sollten deshalb auch künftig gut kontrollierbar sein, sofern weiterhin durch intensive Testung entsprechende Vorsorge getroffen wird und erste Befallsherde konsequent getilgt werden.

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.

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.

Jakše, J., Radisek, S., Pokorn, T., Matousek, J. and Javornik, B. (2014): Deep-sequencing revealed Citrus bark cracking viroid (CBCVd) as a highly aggressive pathogen on hop. *Plant Pathology* DOI: 10.1111/ppa.12325

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.

Seigner, L., Lutz, A. and Seigner, E. (2014): Monitoring of Important Virus and Viroid Infections in German Hop (*Humulus lupulus* L.) Yards. *BrewingScience - Monatschrift für Brauwissenschaft*, 67 (May/June 2014), 81-87.

Dank

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

1.2 Forschungsschwerpunkte

1.2.1 Forschungsschwerpunkte Züchtung

Entwicklung von leistungsstarken Hopfenzuchtmaterial und Sorten mit breiter Resistenz im Aroma-, Hochalpha- und Special Flavor-Bereich

Leitung:	A. Lutz, Dr. E. Seigner
Bearbeitung:	A. Lutz, J. Kneidl, S. Seefelder, E. Seigner, Team IPZ 5c
Kooperation:	Dr. K. Kammhuber, Team IPZ 5d Beratungsgremium der GfH Forschungsbrauerei Weihenstephan, Technische Universität München-Weihenstephan, Lehrstuhl für Getränke- und Brautechnologie, Dr. F. Schüll Bitburger-Braugruppe Versuchsbrauerei, Dr. S. Hanke nationale und internationale Braupartner Partner aus dem Bereich Hopfenhandel und -verarbeitung Verband Deutscher Hopfenpflanzer Hopfenpflanzer

Ziel

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

Material und Methoden

Dieser Zielsetzung folgend wurden 2014 zweiundachtzig Kreuzungen durchgeführt. Der Selektionsablauf, der in Abb. 4.2 für die Entwicklung von Tettninger-ähnlichen Hopfen schematisch dargestellt ist, hat grundsätzlich für alle Züchtungsprogramme Gültigkeit. Details werden unter 4.1.2 beschrieben.

Ergebnisse

Interessante Zuchtstämme im klassischen Aromabereich, im Spezial-Aroma-Bereich und ebenso im Hochalphabereich stehen in der Pipeline und werden dem Beratungsgremium der GfH sowie allen interessierten Brauern zur Beurteilung angeboten (siehe Ausführungen unter 4.1.2).

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

Leitung: Dr. E. Seigner, A. Lutz

Bearbeitung: B. Forster

Ziel

Der Falsche Mehltau, verursacht durch den Pilz *Pseudoperonospora humuli*, hatte in den letzten Jahren in durch Hagelschlag geschwächten Hopfenbeständen zu massiven Problemen geführt. Daher rückte die Verbesserung der Peronospora-Toleranz als Züchtungsziel in der Prioritätenliste wieder weit nach vorne. Seit 2012 wurde zunächst das Sämlingsprüfsystem im Gewächshaus verbessert (Jawad-Fleischer, 2013; Seigner und Forster, 2014), nun wird versucht, die Aussagen zur Reaktion von Hopfen gegenüber Peronospora unter Nutzung eines Blatt-Testsystems noch zu präzisieren.

Methode

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 wurde damit begonnen, ein Testsystem mit abgeschnittenen Hopfen-Blättern zu erarbeiten. Blätter von Hopfensorten, die sich in ihrer Peronospora-Toleranz deutlich unterscheiden, wurden mit einer Sporangien-Suspension beimpft und deren Reaktion 5-14 Tage nach Inokulation visuell beurteilt. Die verschiedenen Versuchs-Parameter wurden überprüft und optimiert.

Ergebnisse und Ausblick

Die ersten Erkenntnisse zu den Arbeiten mit einem Blatt-Testsystem (detached leaf assay) im Jahre 2013 wurden in einer Bachelorarbeit (Jawad-Fleischer, 2014) zusammengestellt. Diese Studien wurden 2014 fortgeführt und dabei wurde vor allem die Reproduzierbarkeit der Inokulationsversuche entscheidend verbessert. Statt der Sprühinokulation mit einem Preval-Sprayer wurden mit einer Pipette definierte Sporangienmengen auf die Blattunterseite aufgetragen. Nach weiteren Verbesserungen mit besonderem Fokus auf die Erhaltung der Vitalität der Zoosporen (Jones et al., 2001) konnten je nach Peronospora-Anfälligkeit auf den Blättern der zu untersuchenden Hopfen zuverlässig Chlorosen, Nekrosen und z. T. Sporulation ausgelöst werden. Die Vitalität der Ausgangsblätter und des Pilzes bestätigten sich einmal mehr als die ausschlaggebenden Faktoren, um aussagekräftige Ergebnisse zur Anfälligkeit bzw. Toleranz mit diesem Blatt-Testsystem zu bekommen.

2015 sollen einzelne Parameter nochmals überprüft und dann die Vergleichbarkeit der Peronospora-Toleranz-Einschätzungen der Testsysteme mit den Praxisdaten aus dem Feld abgeklärt werden.

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.

Jawad-Fleischer, M. (2014): Optimierung eines Blatttestsystems (detached leaf assay) zur Testung der Toleranz gegenüber Falschem Mehltau (*Pseudoperonospora humuli*) bei Hopfen. Bachelorarbeit, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft.

Jones, E.S., Breese, W.A. and Shaw, D.S. (2001): Inoculation of pearl millet with the downy mildew pathogen, *Sclerospora graminicola*: chilling inoculum to delay zoospore release and avoid spray damage to zoospores. Plant Pathology 50: 310-316.

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

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

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

Seigner, E. und Forster, B. (2014): Verbesserung des Sämlingstestsystems zur Beurteilung der Toleranz von Hopfen gegenüber Falschem Mehltau (*Pseudoperonospora humuli*) im Gewächshaus Jahresbericht 2013 – Sonderkultur Hopfen, LfL-Information: 48-49.

1.2.2 Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik

Optimierung der Hopfentrocknung beim Bandtrockner

Bearbeitung: J. Münsterer

Während der Ernte 2013 und 2014 konnte in Kleintrocknungsversuchen aufgezeigt werden, dass durch eine gezielte Regelung der Luftgeschwindigkeit und der Trocknungstemperatur im vorderen Drittel des oberen Trocknungsbandes die Trocknungsleistung deutlich gesteigert und die äußere Qualität am besten erhalten werden kann. Diese neuen Erkenntnisse sollen in der Praxis weiter erforscht und bestätigt werden. Dazu sind technische Umrüstungen bzw. Optimierungen der Luftführungssysteme bei bestehenden Bandtrocknern erforderlich bzw. geplant.

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. Des Weiteren 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 Praxisgärten (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 statischen Gründen noch nicht ableiten, da je Sorte nur ein Standort geprüft wurde.

Bei der Sorte Hallertauer Tradition konnten in einem Praxisgarten im Jahr 2014 die letzten Versuchsergebnisse gewonnen und verrechnet werden. Die Auswertung kann im Kapitel 5 nachgelesen 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. Im Jahr 2013 konnte der Versuchsstandort wegen eines Hagelschadens nicht beerntet werden. Die Versuchsernte konnte erstmalig im Jahr 2014 erfolgreich durchgeführt werden und lieferte erste interessante Ergebnisse. Vor einer Veröffentlichung der Versuchsergebnisse müssen allerdings noch weitere zwei Versuchsjahre ausgewertet 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, Untersuchungen biologischer und physikalischer Bodenparameter sowie qualitative Beobachtungen der Bodenerosion sollen Hinweise für eine Optimierung des Verfahrens erarbeitet werden.

Erntezeitversuche bei den Flavor-Hopfsorten Mandarina Bavaria, Hallertau Blanc und Polaris

Bearbeitung: J. Münsterer, K. Kammhuber, A. Lutz

Laufzeit: 2014-2016

Damit künftig auch für die neuen Special Flavor-Hopfsorten optimale Erntezeitempfehlungen gegeben werden können, werden bei den Sorten Mandarina Bavaria, Hallertauer Blanc und Polaris an 3 verschiedenen Standorten Erntezeitversuche durchgeführt. Dabei werden aus Praxisbeständen zweimal wöchentlich 20 Reben in 4-facher Wiederholung zu 5 Ernteterminen beerntet. Es soll erforscht werden, zu welchem Zeitpunkt bei diesen Sorten das Optimum der einzelnen Merkmale wie Ertrag, Alphasäuren-Gehalt, Aroma sowie äußere und innere Qualitätskriterien erreicht ist.

1.2.3 Forschungsschwerpunkte Hopfenqualität und Analytik

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

Projektleitung: 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

Projektleitung: 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 sie spart sehr viel Arbeitszeit und Kosten für Chemikalien. Auch wurde festgestellt, dass durch die jährliche Erweiterung die Analysengenauigkeit verbessert wird.

Analytik für Arbeitsgruppe IPZ 3d Heil- und Gewürzpflanzen

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

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

Leonorus japonicus (Herzgespannkraut): Flavonoide, Stachydrin, Leonurin

Saposhnikovia divaricata (Fang, Feng): Prim-O-Glucosylcimifugin,
5-O-Methyl-visamminosid

Salvia miltiorrhiza (Rotwurzelsalbei): Salvaniolsäure, Tanshinon

Paeonia lactiflora (Milchweiße Pfingstrose): Paenoniflorin

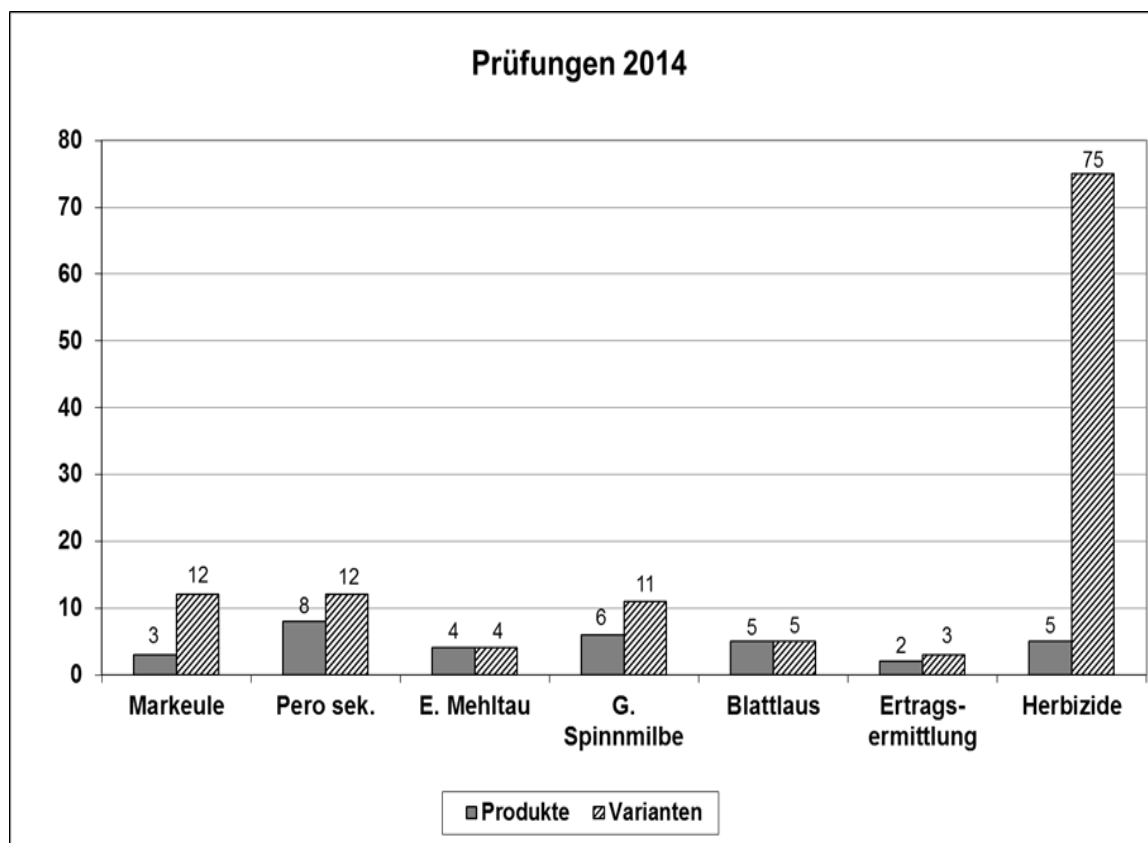
Laufzeit: 2009 bis Ende offen

1.2.4 Forschungsschwerpunkte Pflanzenschutz im Hopfen

Pflanzenschutzmittelversuche 2014 für die Zulassung bzw. Genehmigung und für Beratungsunterlagen

Leitung: W. Sichelstiel

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



2 Witterung und Wachstumsverlauf 2014 - Auswirkungen auf produktionstechnische Maßnahmen in der Hallertau

LR Johann Schätzl

Der Winter 2013/2014 war einer der wärmsten und trockensten seit über 40 Jahren. Der erhoffte Bodenfrost und die Frostgare, die die Strukturschäden durch die nasse Ernte 2013 beseitigen sollten, sind ausgeblieben.

Auch das Frühjahr war überdurchschnittlich warm und trocken, so dass die Vegetation früh startete und mit dem Anleiten ab Mitte April begonnen wurde. In begünstigten Lagen zeigte der Hopfen einen Entwicklungsvorsprung von bis zu 14 Tagen. Kühle Nächte im Mai und Juni verlangsamten das Wachstum wieder. Dazu kam Trockenstress im Juni, insbesondere in der nördlichen und westlichen Hallertau, der die Seitenarmbildung und den Blütenansatz auf leichten und strukturgeschädigten Standorten einschränkte. Anfang Juli, zur Zeit der Blüte, war der Entwicklungsvorsprung des Hopfens dahingeschmolzen. In der Folgezeit führten reichlich Niederschläge und warme Temperaturen zu einer langanhaltenden Blüte und Doldenbildung. Die Ernte der mittelfrühen Sorten begann ab 28. August. Je nach Lage und Niederschlagsmenge war im Jahr 2014 die Entwicklung des Hopfens und somit die Reife extrem unterschiedlich. Insgesamt wurden durch die ausreichende Wasserversorgung im Juli und August sehr gute Erträge erzielt. Im Bundesgebiet konnten knapp 38 500 t Hopfen geerntet werden, was einem Plus von 40 % gegenüber 2013 entspricht. Die Alphasäuregehalte wiesen insgesamt durchschnittliche Werte auf mit deutlichen Unterschieden zwischen den Sorten. Insbesondere die Sorten Hall. Tradition, Spalter Select und Hall. Magnum lagen unter dem Durchschnitt, wogegen Perle, Hall. Taurus und Herkules deutlich über dem mehrjährigen Mittel lagen.

Besondere Witterungsauffälligkeiten und deren Auswirkungen:

- Sehr trockener warmer April

Nach dem warmen und trockenen Frühjahr konnten bereits ab Anfang März bis Anfang April die Bodenbearbeitung und das Hopfenschneiden unter günstigen Bedingungen bei abgetrocknetem Boden durchgeführt werden. Mit dem Auskreiseln wurde in früh geschnittenen Gärten schon Anfang April begonnen. Gegen Ende April waren bereits die ersten frühgeschnittenen, wüchsigen Bestände angeleitet und angeackert. Der Temperatursturz mit Nachtfrost vom 16. auf 17. April mit bis zu -4°C hat regional zu Frostschäden der anzuleitenden bzw. der bereits angeleiteten Triebe geführt. Eine Schädigung durch den „Kartoffelbohrer“ wurde ungewöhnlich früh ab Mitte April in den Hopfentrieben einzelner Gärten festgestellt. Besonders betroffen waren Flächen, die schon im Vorjahr von der Markeule befallen waren. Die Entwicklung einer ungewöhnlich starken Population an Wühlmäusen wurde durch den trockenen und warmen Winter sehr begünstigt. Dagegen kam es durch das trockene Frühjahr nur zu einem vereinzelt Auftreten von Peronospora-Primärinfektionen.

- Nasser, kühler Mai; früher Mehлтаubefall

Mit 129,8 mm Niederschlag in Hüll wurde das 10-jährige Mittel deutlich (um 24,7 mm) überschritten. Die Durchschnittstemperatur lag mit $12,4^{\circ}\text{C}$ um 1°C niedriger als im 10-jährigen Schnitt. Das 1. Anackern konnte Anfang - Mitte Mai nach vorausgegangener Einarbeitung der Mulchsaat in der Regel abgeschlossen werden. Das erste Hopfenputzen wurde mit ätzenden Nährstofflösungen oder z. T. auch manuell per „Handentlauben“ durchgeführt. Durch die häufigen Niederschläge kam es in mehreren Gärten zu Peronospora-Primärinfektionen. Vorausgegangene Bekämpfungsmaßnahmen im Gießverfahren nach dem Schneiden waren trockenheitsbedingt nicht immer befriedigend. Die insgesamt

20 Tage mit Regenereignissen haben die Peronosporainfektion begünstigt und zu einem starken Anstieg der Zoosporangien in den Sporenfallen geführt, worauf ein Spritzaufruf am 22. Mai für alle Sorten erfolgte. Außergewöhnlich für das Jahr 2014 war das frühe Auftreten von Echten Mehltau bereits im Mai. Eine frühzeitige Behandlung wurde für anfällige Sorten und in Befallslagen empfohlen. Gegen Ende Mai wurde trotz der Gießbehandlung mit Actara eine Besiedelung durch die Aphisfliege und erster Spinnmilbenbefall beobachtet.

- Extrem trockener Juni

Am Standort Hüll fielen im ganzen Monat Juni nur 48,8 mm, davon 86 % in der letzten Juniwoche. Mit 110,6 mm liegt das 10-jährige Mittel deutlich höher. Aufgrund von Trockenstress und extremen Temperaturschwankungen von Tag und Nacht ist es auf sehr leichten oder auch auf tonigen Böden (Problemstandorten) zu Wachstumsstörungen mit mangelnder Seitentriebeausbildung gekommen. In Einzelbeständen bei anfälligen Sorten kam es in der ersten Juniwoche noch zu einem Spätausbruch der Peronospora-Primärinfektion. Dies führte zu einem erneuten Anstieg der Zoosporangien, so dass am 10. Juni für anfällige Sorten ein Spritzaufruf gegen mögliche Sekundärinfektionen erlassen wurde. Im weiteren Verlauf führte die trockene Witterung zum Eintrocknen der Pilzbeläge, so dass der Peronosporapilz 6 Wochen nicht mehr bekämpft werden musste. Dagegen waren durchgehend gezielte Behandlungen gegen echten Mehltau in Befallslagen notwendig. Während sich der Blattlauszuflug abgeschwächt hat, baute sich in einzelnen Gärten ein bekämpfungswürdiger Befall mit der Gemeinen Spinnmilbe auf. Ein Teil dieser gefährdeten Bestände, besonders auf leichteren Standorten, wurde mit Akariziden behandelt. In mehreren Gärten haben Absterbeerscheinungen durch immer noch anhaltenden Kartoffelbohrerbefall zugenommen.

- Juli als „Hopfenflicker“

Mit 162,7 mm Niederschlag, davon die Hälfte bei einem Gewitterereignis am 21.07., wurde das 10-jährige Mittel von 110,1 mm deutlich übertroffen. Begünstigt durch die feucht-warme Witterung legte der Hopfen im Wachstum noch einmal zu und hatte eine lange Phase der Blütenbildung. Ende Juli befanden sich dann alle Sorten in einer Ausdoldungsphase. Witterungsbedingt erhöhte sich auch der Infektionsdruck mit Peronospora. Nach 6 Wochen erfolgte daher am 24. Juli wieder ein Peronospora-Spritzaufruf für alle Sorten. Der Befallsdruck mit Echten Mehltau hielt im Juli trotz regelmäßiger Spritzungen unvermindert an. Auch nach mehrmaliger Behandlung konnte das Überspringen des Erregers von den Blättern auf die Blüten und Dolden nicht verhindert werden.

- Witterungsverlauf bis zur Ernte fördert Ertrag

Ausreichende Niederschläge (109,7 mm) und kühle, wechselhafte Witterung bis Ende August förderten eine gute Doldenausbildung mit hohen Erträgen und zufriedenstellenden Inhaltsstoffen. Die anhaltenden Niederschläge im Juli und August erhöhten weiter die Infektionsgefahr für Peronospora. Warndienstaufrufe am 1., 12. und am 28. August mit den entsprechenden Bekämpfungsmaßnahmen waren erforderlich. Die nasskalte Witterung begünstigte besonders auf schwierigen Standorten und in gefährdeten Lagen die weitere Ausbreitung der Verticillium-Welke. Durch das Auftreten letaler Verticilliumrassen können zwischenzeitlich alle toleranten Sorten betroffen sein. Als Besonderheit wurde zur Ernte hin in einzelnen Herkulesbeständen die seltene Krankheit *Cercospora cantuariensis* beobachtet. Von den Krankheiten her wird das Jahr 2014 aber als „Mehltaujahr“ in Erinnerung bleiben.

Witterungsdaten vom Standort Hüll (Monatsmittelwerte bzw. Monatssummen) 2014 im Vergleich zu den 10- und 50-jährigen Mittelwerten

Monat		Temperatur in 2 m Höhe			Relat. Luftf. (%)	Niederschlag (mm)	Tage m. N ^o schlag >0,2 mm	Sonnenschein (Std.)
		Mittel (°C)	Min.Ø (°C)	Max.Ø (°C)				
Januar	2014	1,5	-1,3	4,5	93,9	51,9	12,0	27,0
	Ø 10-j.	-0,6	-4,1	2,9	88,3	62,3	13,7	63,7
	50-j.	-2,4	-5,1	1,0	85,7	51,7	13,7	44,5
Februar	2014	2,9	-1,5	8,0	83,9	10,5	6,0	89,0
	Ø 10-j.	-0,5	-4,7	4,2	85,5	44,3	12,9	84,0
	50-j.	-1,2	-5,1	2,9	82,8	48,4	12,8	68,7
März	2014	6,2	-0,3	13,5	75,9	25,5	6,0	188,8
	Ø 10-j.	3,6	-1,5	9,4	80,8	59,3	12,6	146,6
	50-j.	2,7	-2,3	8,2	78,8	43,5	11,3	134,4
April	2014	10,1	4,1	16,2	76,7	28,2	10,0	162,4
	Ø 10-j.	9,6	3,2	16,3	73,6	63,0	11,0	205,5
	50-j.	7,4	1,8	13,3	75,9	55,9	12,4	165,0
Mai	2014	12,4	7,1	17,9	77,0	129,8	17,0	168,2
	Ø 10-j.	13,4	7,2	19,6	74,1	105,1	15,2	215,0
	50-j.	11,9	5,7	17,8	75,1	86,1	14,0	207,4
Juni	2014	16,9	9,0	23,9	66,7	48,8	8,0	279,7
	Ø 10-j.	16,8	10,7	23,0	75,5	110,6	15,1	217,9
	50-j.	15,3	8,9	21,2	75,6	106,1	14,2	220,0
Juli	2014	18,6	12,8	24,9	79,8	162,7	19,0	206,6
	Ø 10-j.	18,4	12,1	25,4	75,2	110,1	14,6	246,0
	50-j.	16,9	10,6	23,1	76,3	108,4	13,9	240,3
August	2014	15,8	10,7	21,7	84,0	109,7	16,0	189,6
	Ø 10-j.	17,3	11,3	24,3	80,0	119,3	14,2	215,1
	50-j.	16,0	10,2	22,5	79,4	94,9	13,3	218,4
September	2014	14,1	9,5	19,7	90,2	48,9	10,0	133,1
	Ø 10-j.	13,6	8,1	20,2	83,6	62,1	11,2	170,1
	50-j.	12,8	7,4	19,4	81,5	65,9	11,4	174,5
Oktober	2014	10,8	6,8	15,5	93,8	77,3	12,0	96,1
	Ø 10-j.	8,8	4,1	14,8	87,6	49,2	9,9	120,1
	50-j.	7,5	2,8	13,0	84,8	60,0	10,4	112,9
November	2014	5,4	2,8	8,7	96,2	41,7	4,0	52,6
	Ø 10-j.	3,8	0,4	7,7	91,2	54,6	12,0	62,2
	50-j.	3,2	-0,2	6,4	87,5	58,8	12,6	42,8
Dezember	2014	2,5	-0,4	5,0	92,6	46,9	20,0	27,1
	Ø 10-j.	0,2	-2,8	3,4	91,0	61,8	14,2	52,2
	50-j.	-0,9	-4,4	1,6	88,1	49,1	13,3	34,3
Ø Jahr2014		9,8	4,9	15,0	84,2	781,9	140,0	1620,2
10-jähriges Mittel		8,7	3,6	14,3	82,2	901,5	156,6	1798,4
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 2004 bis einschließlich 2013.

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
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
1994	3.282	6,69	2014	1.192	14,52

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

Anbauggebiet	Hopfenanbauflächen				Hopfenbaubetriebe				Hopfenfläche je Betrieb in ha	
	in ha		Zunahme + / Abnahme - 2014 zu 2013		2013	2014	Zunahme + / Abnahme - 2014 zu 2013		2013	2014
	2013	2014	ha	%			Betriebe	%		
Hallertau	14.086	14.467	381	2,7	989	966	- 23	- 2,3	14,24	14,98
Spalt	350	348	- 2	- 0,6	62	55	- 7	- 11,3	5,65	6,33
Tettnang	1.208	1.209	1	0,1	149	140	- 9	- 6,0	8,11	8,64
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	20	20	± 0	± 0	2	2	± 0	± 0	10,00	10,00
Elbe-Saale	1.186	1.265	79	6,7	29	29	± 0	± 0	40,89	43,62
Deutschland	16.849	17.308	459	2,7	1.231	1.192	- 39	- 3,2	13,69	14,52

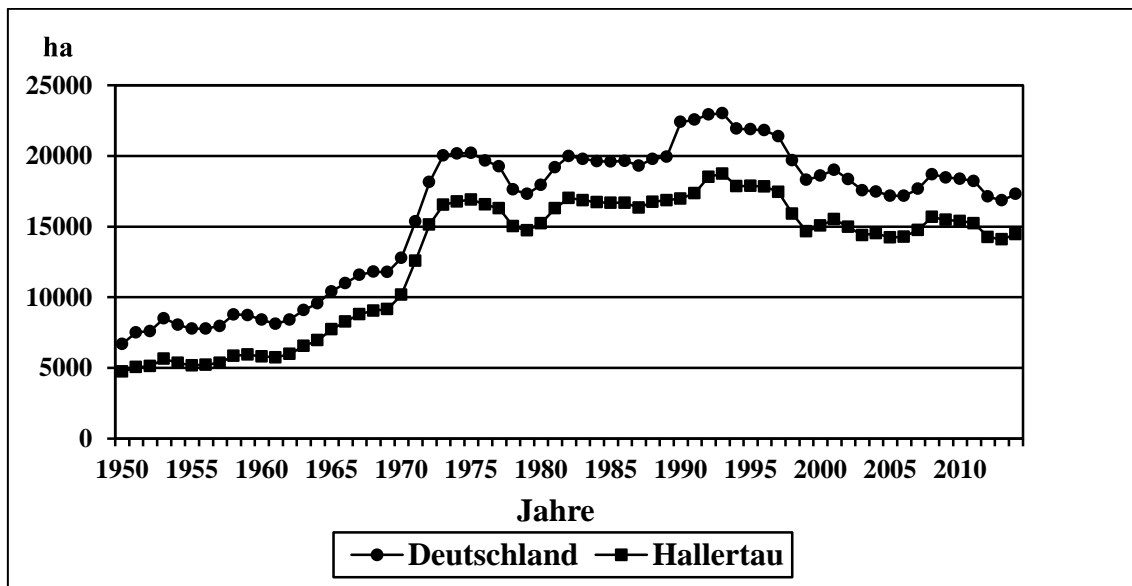


Abb. 3.1: Hopfenanbauflächen in Deutschland und in der Hallertau

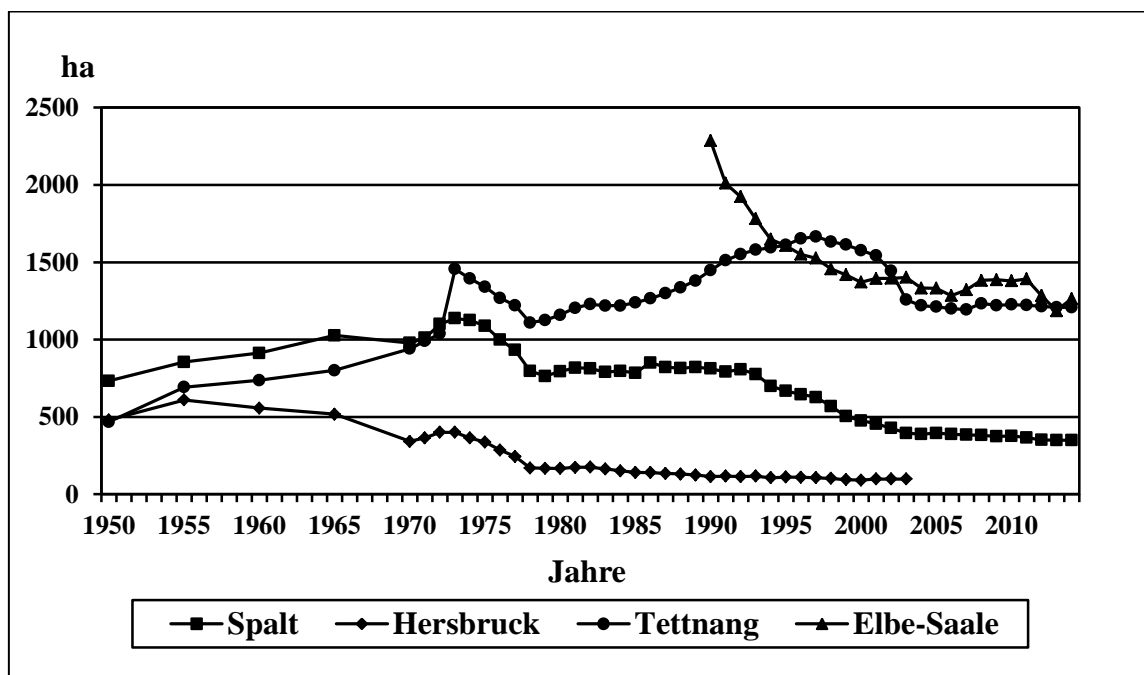


Abb. 3.2: Hopfenanbauflächen in den Gebieten Spalt, Hersbruck, Tett nang und Elbe-Saale

Das Anbaugesbiet Hersbruck gehört seit 2004 zur Hallertau.

Hopfsorten

Der Flächenrückgang der vergangenen Jahre ist gestoppt. 2014 wurden 459 ha Hopfen mehr angebaut, so dass die Gesamtfläche in Deutschland schon wieder 17.308 ha beträgt. An Fläche eingebüßt haben lediglich die Sorten Hallertauer Mittelfrüher, Tettninger und Smaragd. Bei den Bitter- und Hochalphasorten gab es mit Ausnahme von Herkules bei allen Sorten Flächeneinbußen mit einem Saldo von minus 75 ha. Die Sorte Hallertauer Magnum (- 460 ha) wird dabei zunehmend durch Herkules (+ 536 ha) ersetzt.

Der Trend zum vermehrten Anbau von sogenannten Special Flavor- oder Dual-Hopfen setzt sich fort und hat sich 2014 mit 286 ha mehr als verdoppelt. Der Anteil an der Gesamtfläche beträgt nun 1,7 % und es ist mit einer weiteren Steigerung in den nächsten Jahren zu rechnen.

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 2014

Aromasorten

Anbaugebiet	Anbaufläche gesamt	HA	SP	TE	HE	PE	SE	HT	SR	OL	SD	Sonst.	Aromasorten	
													ha	%
Hallertau	14.467	623			919	2.857	434	2.696	360	61	26	7	7.983	55,2
Spalt	348	43	112		5	23	80	31	9	1	1	0	306	88,0
Tettning	1.209	171		762		67	6	54	13	1	12		1.086	89,9
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	20	1				8	2	4					15	77,8
Elbe-Saale	1.265					199		40				14	253	20,0
Deutschland	17.308	838	112	762	924	3.154	523	2.825	381	63	39	21	9.644	55,7
Sortenanteil (in %)		4,8	0,6	4,4	5,3	18,2	3,0	16,3	2,2	0,4	0,2	0,1		

Sortenveränderung in Deutschland

2013 (in ha)	16.849	925	112	787	847	3.048	496	2.661	324	28	41	13	9.281	55,1
2014 (in ha)	17.308	838	112	762	924	3.154	523	2.825	381	63	39	21	9.644	55,7
Veränderung (in ha)	459	-86	0	-25	77	106	27	164	57	35	-2	8	362	0,6

Tab. 3.4: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2014

Bitter- und Hochalphasorten

Anbaugebiet	NB	BG	NU	TA	HM	TU	MR	HS	CM	Sonst.	Bittersorten	
											ha	%
Hallertau	173	17	145	1	1.934	564	27	3345	3	26	6.235	43,1
Spalt					2		4	32		1	39	11,1
Tettngang						5		94			99	8,2
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz					3			2			4	21,6
Elbe-Saale	94		28		704	25		149		2	1.002	79,2
Deutschland	267	17	173	1	2.642	594	31	3.622	3	28	7.379	42,6
Sortenanteil (in %)	1,5	0,1	1,0	0,0	15,3	3,4	0,2	20,9	0,0	0,2		

Sortenveränderung in Deutschland

2013 (in ha)	281	19	184	1	3.102	709	38	3.086	3	31	7.454	44,2
2014 (in ha)	267	17	173	1	2.642	594	31	3.622	3	28	7.379	42,6
Veränderung (in ha)	-14	-2	-12	0,0	-460	-116	-6	536	0,0	-3	-75	-1,6

Tab. 3.5: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2014

Spezial Flavor- und Dual-Sorten

Anbaugebiet	CA	HC	HN	MB	PA	Flavorsorten	
						ha	%
Hallertau	25	42	51	86	44	248	1,7
Spalt	1	1		1		3	0,9
Tettngang	4	4	4	8	4	24	2,0
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	0	0	0	0	0	0	0,6
Elbe-Saale				5	5	10	0,8
Deutschland	30	48	56	99	53	286	1,7
Sortenanteil (in %)	0,2	0,3	0,3	0,6	0,3		

Sortenveränderung in Deutschland

2013 (in ha)	10	12	14	35	43	114	0,7
2014 (in ha)	30	48	56	99	53	286	1,7
Veränderung (in ha)	20	36	42	64	10	172	1,0

3.2 Ertragssituation im Jahr 2014

Die Hopfenernte 2014 in Deutschland beträgt 38.499.770 kg (= 769.995 Ztr.) gegenüber 27.554.140 kg (= 551.083 Ztr.) im Jahre 2013. Die Erntemenge liegt damit um 10.945.630 kg (= 218.913 Ztr.) über dem Vorjahresergebnis; dies bedeutet eine Steigerung um 39,7 %.

Mit 2.224 kg Hektarertrag bezogen auf die Gesamtfläche fällt die Erntemenge überdurchschnittlich aus. Lediglich im Anbaubereich Elbe-Saale konnte das gute Vorjahresergebnis nicht erreicht werden.

Die Alphasäuregehalte weisen 2014 gemittelt über die Sorten durchschnittliche Werte auf. Bei den Aromasorten enttäuschte Hersbrucker Spät, während Perle mit leicht überdurchschnittlichen Werten überraschte. Bei den Bitter- und Hochalphasorten gab es unterdurchschnittliche Alphagehalte bei Hallertauer Magnum und Nugget, die durch die höheren Werte bei Hallertauer Taurus und Herkules mehr als wettgemacht wurden. Insgesamt kann in Deutschland aus der Ernte 2014 mit einer erntefrischen Alphaproduktion von ca. 4.100 t gerechnet werden.

Tab. 3.6: Hektarerträge und Relativzahlen in Deutschland

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ertrag kg/ha bzw. (Ztr./ha)	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)	2.224 kg (44,5 Ztr.)
Anbaufläche in ha	18.473	18.386	18.228	17.124	16.849	17.308
Gesamternte in kg bzw. 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.	38.499.770 kg = 769.995 Ztr.

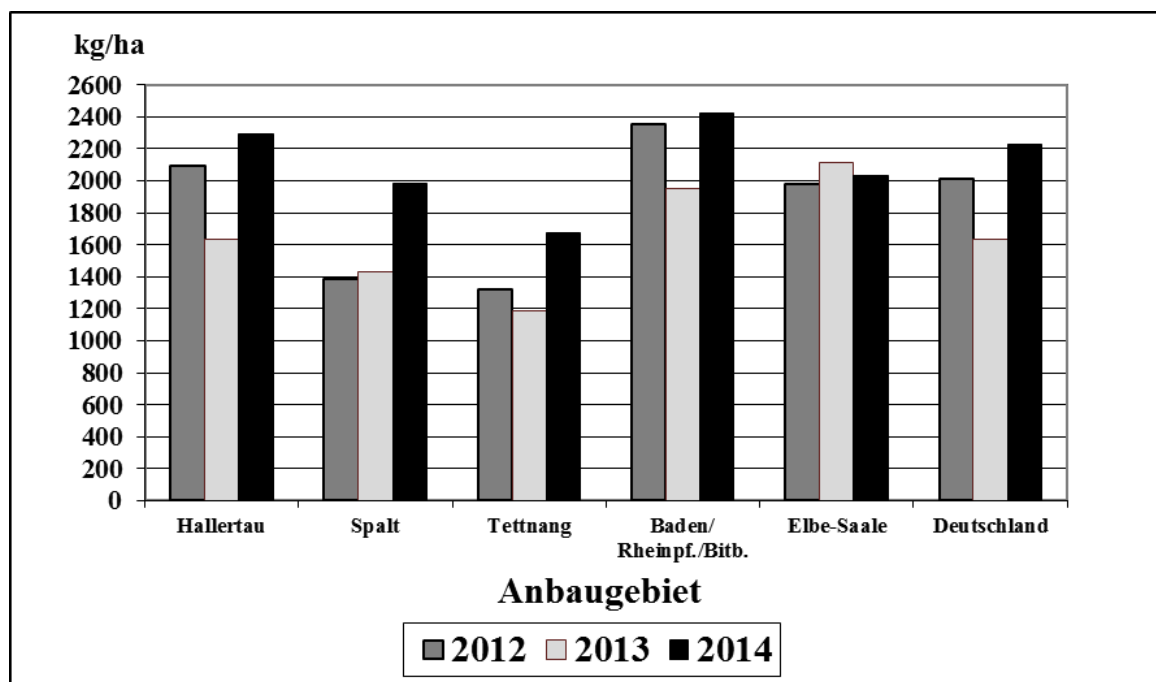


Abb. 3.3: Durchschnittserträge der einzelnen Anbauggebiete in kg/ha

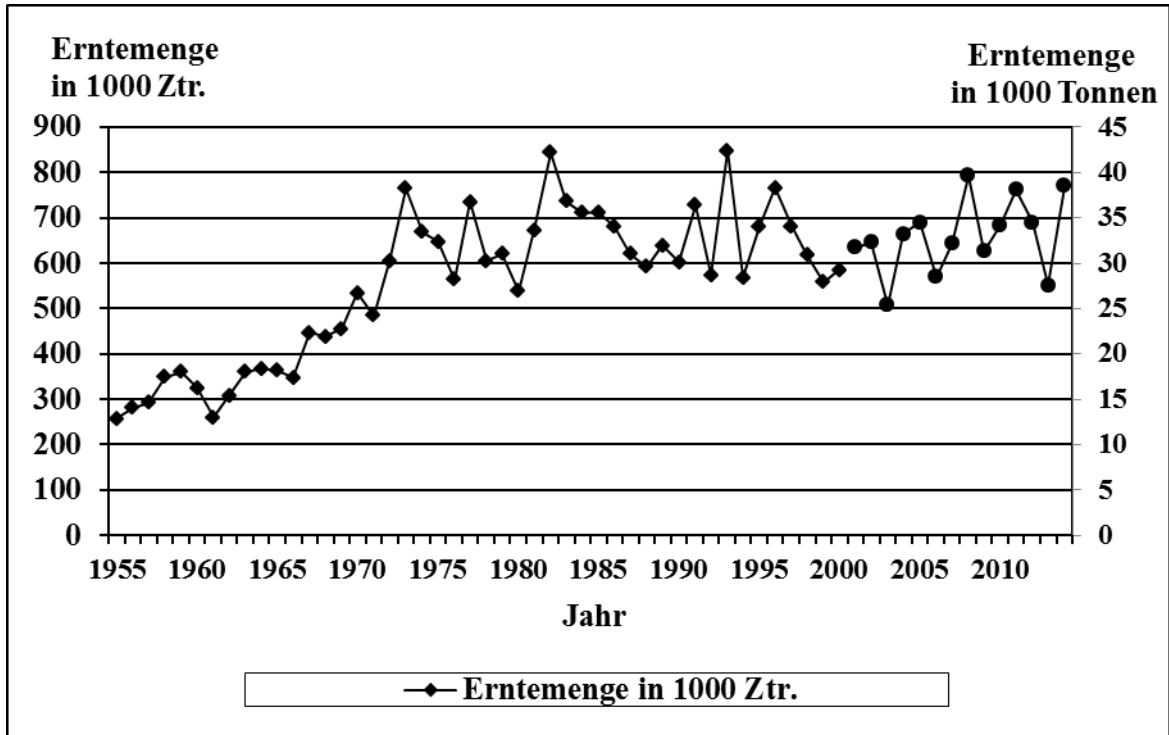


Abb. 3.4: Erntemenge in Deutschland

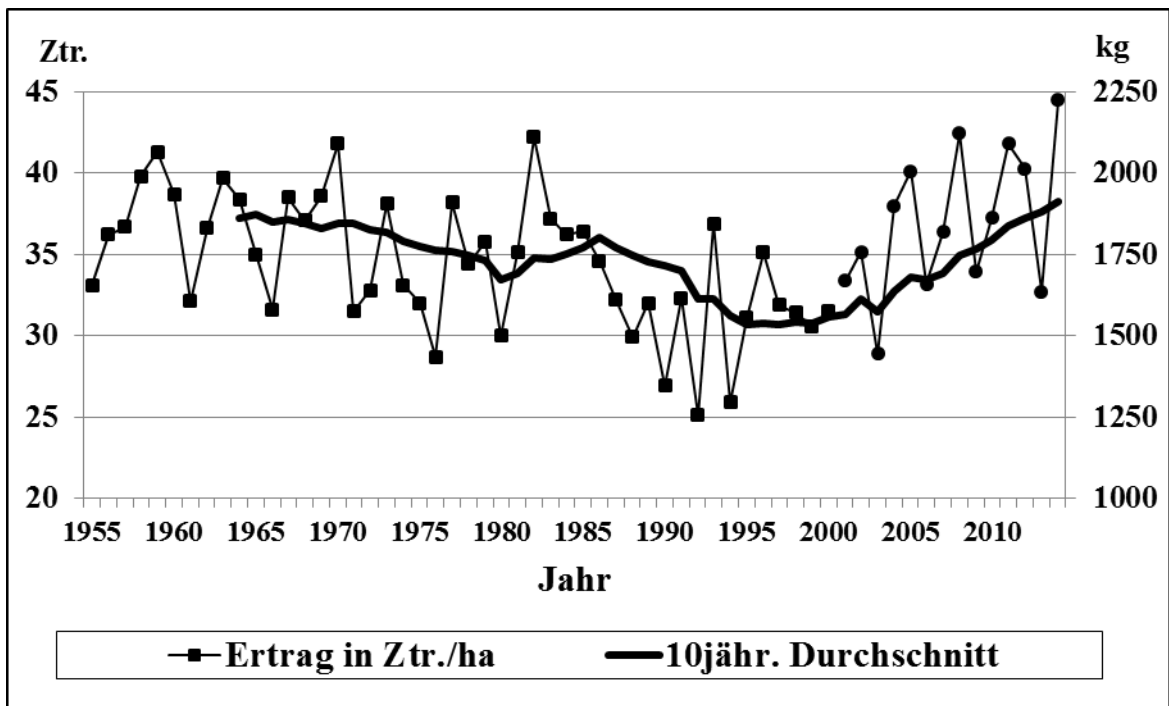


Abb. 3.5: Durchschnittsertrag (Ztr. bzw. kg/ha) in Deutschland

Tab. 3.7: Hektar-Erträge in den deutschen Anbaugebieten

Anbaugebiet	Erträge in kg/ha Gesamtfläche								
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Hallertau	1.701	1.844	2.190	1.706	1.893	2.151	2.090	1.638	2.293
Spalt	1.300	1.532	1.680	1.691	1.625	1.759	1.383	1.428	1.980
Tett nang	1.187	1.353	1.489	1.320	1.315	1.460	1.323	1.184	1.673
Bad. Rheinpf./ Bitburg	1.818	2.029	1.988	1.937	1.839	2.202	2.353	1.953	2.421
Elbe-Saale	1.754	2.043	2.046	1.920	1.931	2.071	1.983	2.116	2.030
Ø Ertrag je ha Deutschland	1.660 kg	1.819 kg	2.122 kg	1.697 kg	1.862 kg	2.091 kg	2.013 kg	1.635 kg	2.224 kg
Gesamternte Deutschland (t bzw. Ztr.)	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	38.500 t 769.995
Anbaufläche Deutschland	17.170	17.671	18.695	18.473	18.386	18.228	17.124	16.849	17.308

Tab. 3.8: Alpha-Säurenwerte der einzelnen Hopfensorten

Anbaugebiet/Sorte	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Ø 5 Jahre	Ø 10 Jahre
Hallertau Hallertauer	4,4	2,4	3,9	4,4	4,2	3,8	5,0	4,6	3,3	4,0	4,1	4,0
Hallertau Hersbrucker	3,5	2,2	2,6	2,9	3,4	3,5	4,5	3,0	1,9	2,1	3,0	3,0
Hallertau Hall. Saphir	4,1	3,2	4,6	5,1	4,5	4,5	5,3	4,4	2,6	3,9	4,1	4,2
Hallertau Perle	7,8	6,2	7,9	8,5	9,2	7,5	9,6	8,1	5,4	8,0	7,7	7,8
Hallertau Spalter Select	5,2	4,3	4,7	5,4	5,7	5,7	6,4	5,1	3,3	4,7	5,0	5,1
Hallertau Hall. Tradition	6,3	4,8	6,0	7,5	6,8	6,5	7,1	6,7	5,0	5,8	6,2	6,3
Hallertau North. Brewer	9,8	6,4	9,1	10,5	10,4	9,7	10,9	9,9	6,6	9,7	9,4	9,3
Hallertau Hall. Magnum	13,8	12,8	12,6	15,7	14,6	13,3	14,9	14,3	12,6	13,0	13,6	13,8
Hallertau Nugget	11,3	10,2	10,7	12,0	12,8	11,5	13,0	12,2	9,3	9,9	11,2	11,3
Hallertau Hall. Taurus	16,2	15,1	16,1	17,9	17,1	16,3	17,4	17,0	15,9	17,4	16,8	16,6
Hallertau Herkules			16,1	17,3	17,3	16,1	17,2	17,1	16,5	17,5	16,9	
Tett nang Tett nanger	4,5	2,2	4,0	4,2	4,2	4,0	5,1	4,3	2,6	4,1	4,0	3,9
Tett nang Hallertauer	4,8	2,6	4,3	4,7	4,5	4,2	5,1	4,7	3,3	4,6	4,4	4,3
Spalt Spalter	4,3	2,8	4,6	4,1	4,4	3,7	4,8	4,1	2,8	3,4	3,8	3,9
Elbe-S. Hall. Magnum	14,4	12,4	13,3	12,2	13,7	13,1	13,7	14,1	12,6	11,6	13,0	13,1

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 umwelt-schonend 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 2014

2014 wurden insgesamt 82 Kreuzungen durchgeführt. Die Anzahl der Kreuzungen zu den jeweiligen Zuchtzielen ist in Tab. 4.1 zusammengestellt.

Tab. 4.1: Zuchtziele der Kreuzungen 2014

Zuchtrichtung kombiniert mit Resistenz / Toleranz gegenüber versch. Hopfenkrankheiten	Weitere Anforderungen	Anzahl der Kreuzungen
Aromatyp	traditionelle Aromaausprägung und Resistenzen	25
	spezielle Aromaausprägung und Resistenzen	22
	hoher Betasäuregehalt	2
Hoch-Alphasäuren-Typ	verbesserte Resistenzen	29
	hoher Betasäuregehalt	4

4.1.2 Innovationen bei der Selektion von Hüller Zuchtstämmen

Ziel

In der Züchtung sollen moderne leistungsstarke Sorten entwickelt werden, die im klassischen Aroma- und Hochalphabereich und seit kurzem auch mit speziell fruchtigen Aromaausprägungen (Special Flavor-Hopfen) die Marktanforderungen der Brauwirtschaft, einschließlich der Craft-Brewer-Szene erfüllen und selbstverständlich auch die deutschen Hopfenpflanzer sowie die nationale und internationale Hopfenwirtschaft zufriedenstellen.

Ergebnisse

Um die Entwicklung neuer Hopfensorten noch stärker den Anforderungen und Wünschen der Hopfen- und Brauwirtschaft anzupassen, wurde von der LfL gemeinsam mit der Gesellschaft für Hopfenforschung, dem Hopfenpflanzerverband und Hopfenwirtschaftsverband ein neues Selektionskonzept erarbeitet und etabliert.

Gesundes Zuchtmaterial – oberste Priorität

Die bewährten Abläufe der ersten Phase der Sortenentwicklung mit Kreuzung, vielseitigen Resistenzprüfungen und Testanbau in den Zuchtgärten der LfL, wurden zwar nicht gravierend verändert, aber intensiviert. Alle Planungen und Entscheidungen liegen in der Hand der LfL und damit ist gesundes Zuchtmaterial oberste Priorität. Bei der Realisierung dieser Zielsetzung wurden zum einen die Krankheits-Resistenz- bzw. -Toleranz-Testsysteme optimiert. Darüber hinaus wurden alle Bemühungen noch einmal intensiviert, gesundes virus- und verticillium-freies Pflanzmaterial für die Anbauprüfungen in unserem Stadelhofer Zuchtgarten und für die verschiedenen Praxisversuchsprüfungen bereitzustellen. Dafür werden beispielsweise routinemäßig alle Sämlinge und Stämme mit einer hochsensitiven molekularen Technik auf *Verticillium* getestet (siehe 4.2). Zusätzlich können Pflanzen mit gefährlichen Virus- und Viroidinfektionen mittels RT-PCR und ELISA ausgeschlossen werden (siehe Seigner et al., 2014). Denn nur verticillium-freies Zuchtmaterial ohne gefährliche Viren- und Viroid-Erkrankungen wird zu diesen Anbauprüfungen in Stadelhof und in Praxisgärten zugelassen. Darüber hinaus wird von Anfang an auf Resistenz bzw. Toleranz gegenüber Echtem Mehltau und Falschen Mehltau getestet, wobei die Prüfverfahren bereits in den letzten Jahren verbessert wurden bzw. an einer Optimierung gearbeitet wird (siehe Jahresbericht 2013 und 1.2.1 in diesem Bericht).

In der zweiten Phase beginnend mit den Anbauprüfungen vielversprechender Zuchtstämmen auf Praxisflächen bis hin zur Anmeldung einer neuen Zuchtsorte durch die GfH kommen einige Innovation zum Tragen, die gemeinsam von LfL, GfH, dem Hopfenwirtschaftsverband und dem Hopfenpflanzerverband vereinbart wurden. Insbesondere die Hopfenwirtschaft und die Brauer wurden dabei intensiver und breiter in diesen Selektionsprozess miteinbezogen. So tragen die Hopfenvermarkter die gesamten Kosten für den Reihenanbau vielversprechender Zuchtstämmen in Praxisgärten. Weitere Neuerungen folgten:

Beratungsgremium

Ein 15-köpfiges Beratungsgremium, in das Vertreter der gesamten Wertschöpfungskette unter der Führung der LfL ihre Expertise einbringen, startete im Januar 2014 mit seinen Aufgaben:

- Aroma-Beschreibung und Bewertung von interessanten Zuchtstämmen basierend auf Aroma, Inhaltsstoffen, Resistenzen, Agronomik und Sudversuchen. Die Vorauswahl interessanter Stämme liegt bei der LfL.
- Verheißungsvolle Zuchtstämmen werden für den großflächigen Versuchsanbau der GfH vorgeschlagen.
- Erarbeitung eines Konzepts für standardisierte Brauversuche
 - Vorscreening der Zuchtstämmen (auf Basis von „Dry-hopping“-Versuchen)
 - Haupt-Sudversuche mit Zuchtstämmen aus Großflächenversuchsanbau
- Erarbeitung eines Katalogs zur Rückmeldung der Brauversuche und Brauergebnisse



Abb. 4.1: Mitglieder des Beratungsgremiums der GfH, gemeinsam mit Anton Lutz, Züchter und Leiter dieser Expertenkommission, bei der Evaluierung des Hopfenaromas

(Fotos links mit A. Lutz aus Brauwelt Nr. 3, 57 -59, 2015: Lutz, A. und Seigner, E.)

Standardisierte Brauersuche

Individuelle Brauersuche mit interessanten Zuchtstämmen werden nun mit solchen nach standardisierten Vorgaben ergänzt. Zur einheitlichen Berichterstattung über die durchgeführten Sudversuche wurde vom Beratungsgremium ein Formblatt erstellt. Brauergebnisse, die auf einheitlichen Vorgaben beruhen, bieten vergleichbare Erkenntnisse zum Aroma der getesteten Zuchtstämmen im Bier und bringen somit Vorteile für Brauer, Hopfenhändler und auch die LfL.

Das folgende 2-stufige Konzept zu den standardisierten Brauersuchen wurde vom Beratungsgremium erarbeitet (Hanke et al., 2015). Finanziert werden diese Brauersuche von der GfH.

Phase 1: Vor-Screening interessanter Zuchtstämmen durch reine Hopfenstopfversuche nach standardisierter Vorgehensweise mit dem Ziel, zu untersuchen, ob organoleptisch wahrgenommene Hopfenaromen im Bier Geruch und Geschmack beeinflussen.

Ausführende Brauerei ist die Forschungsbrauerei Weihenstephan der Technischen Universität, Lehrstuhl für Getränke- und Brautechnologie von Prof. Dr. Becker, unter der Leitung von Dr. F. Schüll.

Phase 2: Weiterführende Brauersuche mit Zuchtstämmen aus dem Großflächenversuchsanbau mit Bewertung der Bitterqualität und Whirlpool-Aromaqualität jeweils auch in Kombination mit der Trockenhopfungsqualität.

Die Versuchsbrauerei der Bitburger Braugruppe unter Leitung von Dr. Stefan Hanke führt diese Sudversuche durch.

Phase 1 der Evaluierung wurde 2014 mit vier aromabetonten Zuchtstämmen umgesetzt, wobei 34 Biere entstanden, die von zahlreichen Verkostern ab Februar 2015 anhand des vom Beratungsgremium ausgearbeiteten Bierverskostungsschema beurteilt wurden.

Die Biere mit beiden bereits im Großflächenversuchsanbau stehenden Zuchtstämmen 2010/08/33 und 2010/72/20 (siehe 4.1.3) aus der Evaluierungsphase 2 stehen im März 2015 zur Verkostung an.

Großflächenversuchsanbau

Mit Zuchtstämmen, die von ihrem Resistenzverhalten, ihren agronomischen Leistungsmerkmalen und Inhaltsstoffen sowie vom Aroma als vielversprechend einzustufen sind, werden großflächige Praxis-Anbauversuche durchgeführt. Dadurch können Erfahrungen rund um den Anbau gesammelt werden. Zudem steht mit diesem Anbau ausreichend Erntegut für Verarbeitungs- und Braustudien zur Verfügung. Zusätzlicher Vorteil ist, dass bei einer Sortenzulassung genügend Ausgangsmaterial für die Vermehrung bereitgestellt werden kann.

Als Prozedere wurde festgelegt:

- Freigabe der Zuchtstämmen für Versuchsanbau durch die GfH-Vorstandschafft auf Vorschlag des GfH-Beratungsgremiums
- Anbau erfolgt unter Regie und auf Kosten des Antragstellers (GfH-Mitglied)
- Mindestfläche des Anbaus soll 1 ha betragen
- der Anbau ist auf Deutschland beschränkt
- das Erntegut wird nicht zertifiziert und darf so nicht kommerziell vermarktet werden
- der Verkauf von Bieren aus Brauversuchen ohne Nennung des Zuchtstammes ist erlaubt

Im Sommer konnte bereits mit dem großflächigen Anbau der beiden Zuchtstämme 2010/08/33 und 2010/72/20 (Details siehe 4.1.3) begonnen werden.

Die Abb. 4.2 zeigt schematisch die Entwicklung einer neuen Hopfensorte. In enger Kooperation mit allen relevanten Wirtschaftskreisen (GfH, Hopfenpflanzer, Hopfenvermarkter, Hopfenverarbeiter und Brauwirtschaft) gelingt es so in kurzer Zeit, Zuchtstämmen auszuwählen, die von der GfH als Sorte angemeldet und neu in den Markt eingeführt werden.

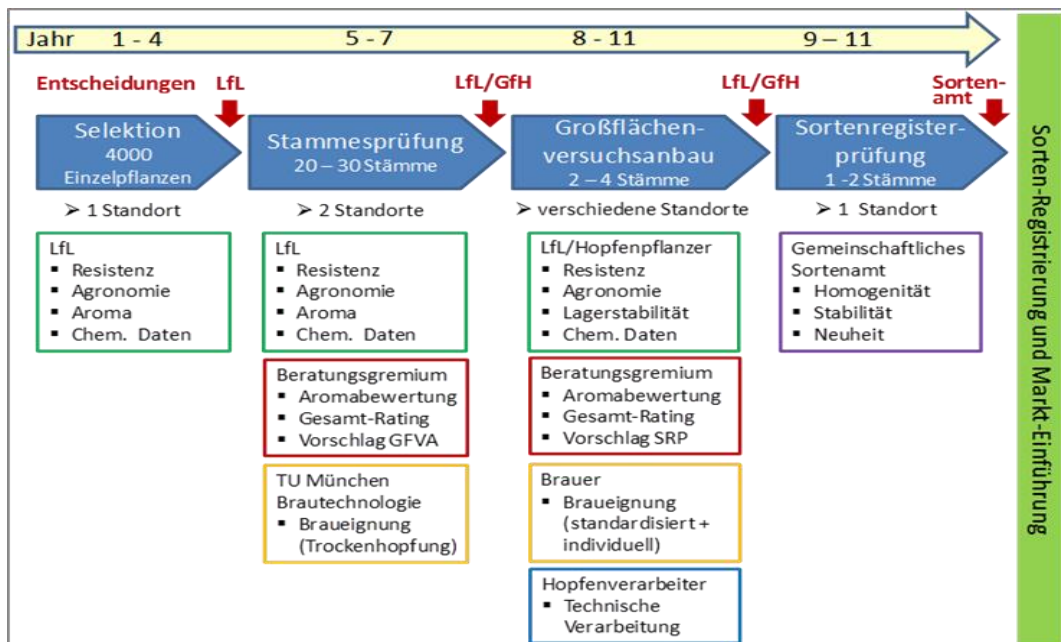


Abb. 4.2: Selektion eines Zuchtstammes bis zur Sortenregistrierung in enger Kooperation zwischen LfL und allen relevanten Wirtschaftskreisen; GfH = Vorstandschafft der GfH; GFVA = Großflächenversuchsanbau, SRP = Sortenregisterprüfung (aus Brauwelt Nr. 3, 57 -59, 2015: Lutz, A. und Seigner, E.)

Referenzen

Seigner, L., Lutz, A. and, Seigner, E. (2014): Monitoring of Important Virus and Viroid Infections in German Hop (*Humulus lupulus* L.) Yards. *BrewingScience - Monatsschrift für Brauwissenschaft*, 67 (May/June 2014): 81-87.

Hanke, S., Seigner, E., Engelhard, B., Lutz, A. (2015): Systematic Brewing Trials for Evaluation and Selection of new German Hop Breeding Lines and Hop Varieties”, *Proceedings 35th Congress EBC European Brewery Convention, Porto, 25-28 May 2015* (in Vorbereitung).

Seigner, E., Lutz, A., Forster, B., Seigner, L. (2014): Jahresbericht 2013 – Sonderkultur Hopfen, *LfL-Information*: 48-53.

Lutz, A. und Seigner, E. (2015): Innovationen rund um die Hüller Hopfenzüchtung. *Brauwelt* Nr. 3: 57-59.

Engelhard, B. (2015): Regeln für die Prüfung und Einführung neuer Hüller Zuchtstämme. *Hopfen Rundschau* Nr. 2: 51-53.

4.1.3 Zuchtstämme mit besonderem Potenzial

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.

Material und Methoden

Die Sämlinge aus speziellen Kreuzungen wurden auf Widerstandsfähigkeit gegenüber Echten Mehltau und *Peronospora* nach künstlicher Inokulation vorselektiert. Im Anschluss folgte eine Auswahl hinsichtlich Geschlecht, Wuchseigenschaften und Blattgesundheit in der Vegetationshalle, bevor die Sämlinge unter Freilandbedingungen als Einzelstöcke über 3 Jahre geprüft wurden. Im Anschluss wurden die vielversprechendsten Sämlinge in zwei Wiederholungen à 6 Pflanzen an zwei Standorten in der Stammesprüfung genauer bewertet. Zuchtstämme, die mit ihren Resistenzreaktionen, ihren agronomischen Leistungsmerkmalen und ihren Inhaltsstoffen einschließlich Aromausprägung überzeugen konnten, wurden im sog. Reihenanbau (60 – 200 Pflanzen/ Zuchtstamm) auf Praxisflächen von ausgewählten Versuchslandwirten angebaut. Zuchtstämme, die sich in den verschiedenen Prüfungen als gesund und leistungsfähig erwiesen und zugleich klassische bzw. interessante, neue Aromakombinationen aufweisen, wurden dem Expertengremium der GfH (siehe 4.1.2) zur Bonitur vorgelegt. Die Vorstandschaft der GfH gab schließlich zwei vielversprechende Zuchtstämme mit sehr positiven Beurteilungen für den Großflächenversuchs-anbau frei.

Ergebnisse

Im Frühjahr/Sommer 2014 nach der Freigabe der beiden verheißungsvollen Zuchtstämme 2010/08/33 und 2010/72/20 begann der Großflächenversuchs-anbau bei den Landwirten. Dieser Anbau auf Hektarbasis liefert neben den Daten aus der LfL-eigenen Stammes- und Hauptprüfung und dem Reihenanbau auf Praxisflächen zusätzliche, wertvolle Erkenntnisse in allen Bereichen. Daraus resultiert der aktuelle Kenntnisstand (siehe Abb. 4.3).



Abb. 4.3: Aktueller Kenntnisstand zu den beiden Zuchtstämmen 2010/08/33 und 2010/20/72; chemische Daten von IPZ 5d

4.2 Forschungstätigkeiten zum vermehrten Auftreten von *Verticillium*-Infektionen

Ziel

Die Hopfenwelke, verursacht durch die Bodenpilze *Verticillium albo-atrum* und seltener *Verticillium dahliae* stellt gegenwärtig eine große Herausforderung für Hopfenpflanzer als auch für die Hopfenforschung dar. Seit 2005 werden verstärkt im kommerziellen Hopfenanbau in der Hallertau Hopfen mit Welkesymptomen festgestellt. Selbst als *Verticillium*-welke tolerant eingestufte Sorten wie Northern Brewer und Perle sind seither betroffen. Durch Virulenzuntersuchungen der in der Hallertau gefundenen *Verticillium*-Stämme über künstliche Infektionstests (Radišek et al., 2006) und vor allem durch molekularbiologische Verfahren (Seefelder et al., 2009) konnte nachgewiesen werden, dass nicht nur milde, sondern auch sehr aggressive *Verticillium*-Stämme nun auch in Deutschland vorkommen (Maurer et al., 2014). Während die Hüller Zuchtstämme den Angriff von milden Welkepilzstämmen tolerieren können, führen diese hoch aggressiven *Verticillium*-Stämme bei allen gegenwärtig zur Verfügung stehenden Hüller Hopfensorten zum völligen Absterben bis hin zum Wurzelod (daher oftmals als „letale“ Rassen benannt).

Da zur Bekämpfung von *Verticillium* keine Pflanzenschutzmittel zur Verfügung stehen, müssen andere Lösungen gefunden werden, um dem durch die *Verticillium*-Welke massiv bedrohten Hopfenbau in Deutschland zu helfen. Zum einen gelang es nach systematischen Forschungsarbeiten, einen molekularen Nachweis direkt aus den Hopfenreben zu etablieren („*in planta*“-Nachweis) (Maurer et al., 2013), der es erlaubt, in relativ kurzer Zeit sehr zuverlässig gesundes, *Verticillium*-freies Pflanzmaterial zu erkennen. *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“. Daher ist dieses Detektionssystem von größter Bedeutung. Es hat sich bereits praxis-tauglich bestens bewährt. So wird über diesen molekularen Test die Abgabe von *Verticillium*-freiem Pflanzgut vom Hopfenforschungszentrum Hüll zur weiteren Vermehrung gewährleisten. Diese Methode ist auch fester Bestandteil aller Forschungsarbeiten rund um den *Verticillium*-Pilz.

Material und Methoden

Molekularer Nachweis von *Verticillium*

Mit dem molekularen *in-planta* Test (Maurer et al. 2013a) wurden Rebenstrünke, in speziellen Fällen (Infektionsversuchen, besonderes Vermehrungsmaterial) ergänzend auch Blätter und Stengel auf *Verticillium*-Befall hin untersucht. Dabei konnten mit der speziell entwickelten multiplex Real-Time PCR Assay (Maurer et al., 2013) *Verticillium albo-atrum* und *Verticillium dahliae* simultan detektiert und differenziert werden. Vor der PCR wurde die DNA (Hopfen-DNA+ Pilz-DNA) direkt aus Rebenstrünken mit dem Invisorb Spin Plant Mini Kit (Invitek) und einem Homogenisator (MP Biomedicals) isoliert.

Generell wurden alle Muster doppelt beprobt und somit zweifach untersucht. Bei jeder Real-Time PCR wurde eine Positivkontrolle I (*Verticillium*-DNA) und eine Positivkontrolle II (*in planta* DNA einer infizierten Hopfenrebe) mit analysiert, siehe Abb. 4.4.

Zur Unterscheidung von milden und aggressiven *Verticillium*-Stämmen wurde ein spezifischer Primer eingesetzt (Seefelder, 2014), der in der Arbeitsgruppe entwickelt und von Dr. Radišek (pers. Mitteilung) bestätigt wurde.

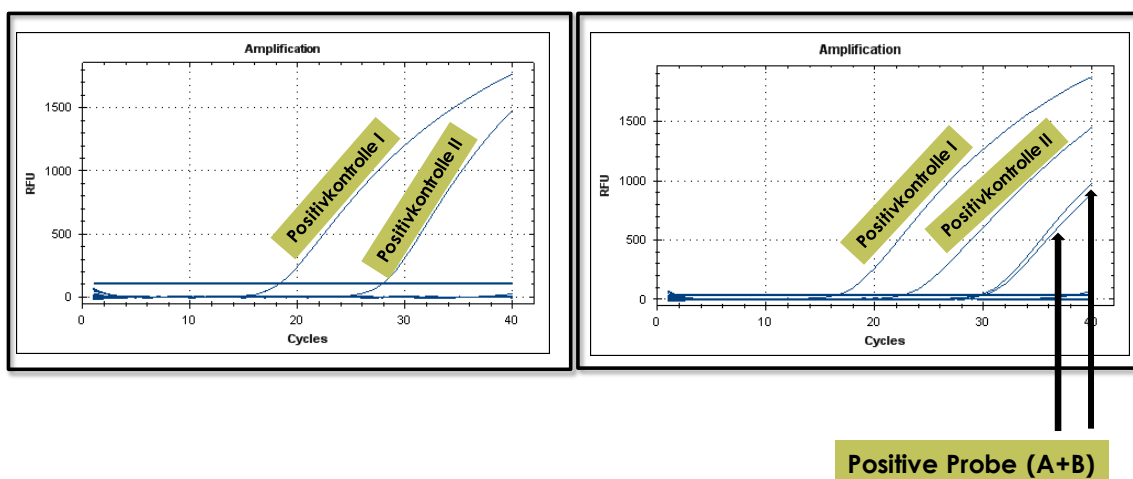


Abb. 4.4: Darstellung einer Real-Time PCR mit Negativbefund (links) und Positivbefund (rechts): Von einer Probe wurde Teilprobe A und B positiv getestet.

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.

Ausblick

Während 2013 aufgrund der extrem heißen Witterung nur sehr wenig Hopfenbestände Welkesymptome in der Hallertau zeigten, waren 2014 deutliche Welkeschäden zu sehen. Der wichtigste Beitrag zu einer langfristigen Lösung der *Verticillium*-Problematik 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 verantwortlichen Temperaturen von 20 °C in Jahren mit langen Hitzeperioden als sehr schwierig.

Referenzen

Radišek, S., Jakše, J., Javornik, B. (2006): Genetic variability and virulence among *Verticillium albo-atrum* isolates from hop. *European Journal of Plant Pathology* 116: 301-314.

Maurer, K.A., Radišek, S., Berg, G., Seefelder, S. (2013): 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 (3), 105–114.

Maurer, K., New strategies to control *Verticillium* wilt in hops. Dissertation, Technischen Universität Graz, 1-82, 2014.

Maurer, K.A., Berg, G., Seefelder, S.(2014): Untersuchungen zur *Verticillium*-Welke im Hopfenanbaugebiet Hallertau. *Gesunde Pflanze*, 66, 53-61.

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. In: Seigner E. (Ed.) 2009: IHGC International Hop Growers' Convention of the Scientific Commission, Leon, Spain, 74-76.

5 Hopfenbau, Produktionstechnik

LD Johann Portner, Dipl.-Ing. agr.

5.1 N_{\min} -Untersuchung 2014

Die Stickstoffdüngung nach DSN (N_{\min}) ist ein fester Bestandteil der Düngeplanung in den Hopfenbaubetrieben. 2014 beteiligten sich in den bayerischen Anbaugebieten Hallertau und Spalt 490 Betriebe oder 48 % an der DSN-Untersuchung. Dabei wurden 2652 Hopfengärten auf den N_{\min} -Gehalt untersucht und eine Düngeempfehlung erstellt.

In der nachfolgenden Grafik ist die Entwicklung der Zahl der Proben zur N_{\min} -Untersuchung zusammengestellt. Der durchschnittliche N_{\min} -Gehalt in den bayerischen Hopfengärten war 2014 mit 80 kg N/ha deutlich höher als im Vorjahr (52 kg N_{\min} /ha). Ursächlich dafür dürften die geringeren Entzüge der Ernte 2013 und der warme und niederschlagsarme Winter gewesen sein, in dem kaum Stickstoff verlagert bzw. ausgewaschen wurde. Die vom N_{\min} -Wert abgeleitete Düngeempfehlung für die bayerischen Hopfengärten war folglich niedriger als im Vorjahr und betrug im Durchschnitt Bayerns 150 kg N/ha.

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.

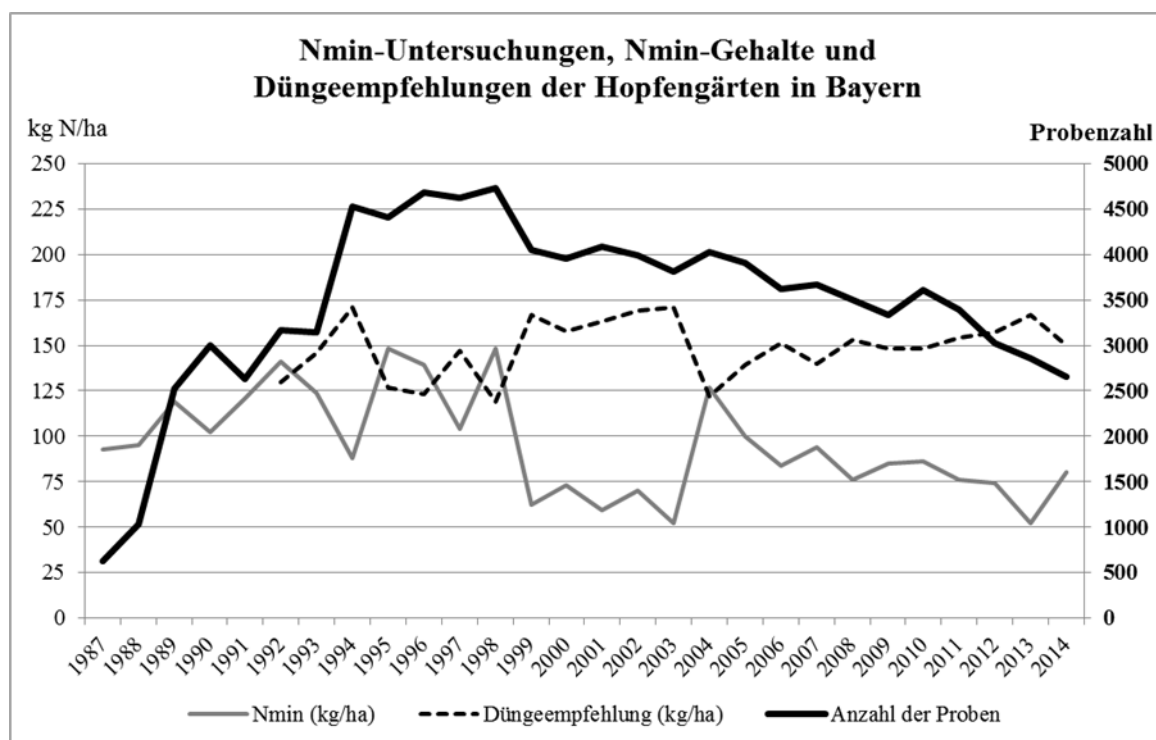


Abb. 5.1: N_{\min} -Untersuchungen, N_{\min} -Gehalte und Düngeempfehlungen der Hopfengärten in Bayern im Verlauf der Jahre

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 mit Abstand im Siegelbezirk Hersbruck zu finden sind, während das Anbauggebiet Spalt unterdurchschnittliche Werte aufweist. In der Hallertau sind die N_{\min} -Werte im Landkreis Landshut am niedrigsten.

Tab. 5.1: Zahl, durchschnittliche N_{\min} -Gehalte und Düngempfehlungen der Hopfengärten nach Landkreisen bzw. Regionen in Bayern 2014

Landkreis bzw. Region	Probenzahl	N_{\min} kg N/ha	Düngempfehlung kg N/ha
SB Hersbruck	48	132	94
Eichstätt (mit Kinding)	213	88	151
Pfaffenhofen	927	80	151
Kelheim	1011	80	152
Freising	260	77	154
SB Spalt (ohne Kinding)	73	70	140
Landshut	120	66	154
Bayern	2652	80	150

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

Tab. 5.2: Zahl, durchschnittliche N_{\min} -Gehalte und Düngempfehlung bei verschiedenen Hopfensorten in Bayern 2014

Sorte	Probenzahl	N_{\min} kg N/ha	Düngempfehlung kg N/ha
Herkules	535	73	171
Hall. Magnum	337	68	158
Nugget	21	73	155
Hall. Taurus	140	80	149
Hallertauer Mfr.	154	65	146
Hersbrucker Spät	186	85	145
Perle	497	86	142
Hall. Tradition	492	90	142
Spalter Select	102	91	139
Spalter	40	67	139
Saphir	57	92	136
Northern Brewer	38	99	136
Mandarina Bavaria	13	100	130
Sonstige	40	86	144
Bayern	2652	80	150

5.2 Einfluss unterschiedlicher Trocknungstemperaturen und Erntezeitpunkte auf den Gesamtölgehalt der Sorte Mandarina Bavaria

Ausgangssituation und Zielsetzung

In zahlreichen Versuchen zur Optimierung der Hopfentrocknung konnte aufgezeigt werden, dass die richtige Luftgeschwindigkeit in Abhängigkeit von Schütthöhe und Trocknungstemperatur den größten Einfluss auf die Trocknungsleistung und die äußere Hopfenqualität hat. Um die Auswirkungen unterschiedlicher Trocknungstemperaturen und Erntezeitpunkte auf die innere Qualität zu untersuchen, wurde Flavorhopfen in Kleintrocknungsanlagen getrocknet und auf den Gesamtölgehalt und einzelne ausgewählte Ölkompone[n]ten analysiert.

Methode

In Kleintrocknern wurde Hopfen der Sorte Mandarina Bavaria zu acht verschiedenen Erntezeitpunkten mit Trocknungstemperaturen von 60° C, 65° C und 70 °C getrocknet. Der Hopfen für die Trocknungsvarianten stammte aus einer Praxisfläche. Bereits vor der Ernte wurden für die jeweiligen Erntetermine Hopfenreben randomisiert ausgewählt. Die acht Erntetermine wurden so gewählt, dass in der Zeit vom 27.08.2013 (T1) und 23.09.2013 (T8) jeweils am Montag und Donnerstag geerntet werden konnte. Der geerntete Grünhopfen eines Erntetermins wurde zum Trocknen auf 6 Kleintrockner aufgeteilt. Bei einer Trocknungsfläche von 30 x 30 cm ergab dies bei einer jeweiligen Einwaage von 2,5 kg Grünhopfen eine durchschnittliche Schütthöhe von 22 cm. Die Hopfenproben wurden jeweils mit den Temperaturen 60°C, 65°C und 70°C getrocknet, die manuell an den Trocknern eingestellt werden konnte. Durch die gemessenen Luftgeschwindigkeiten von über 0,4 m/s war in allen Trocknungsvarianten stets garantiert, dass das freigesetzte Wasser zum Zeitpunkt der höchsten Wasserabgabe des Hopfens zu Beginn der Trocknung über die Trocknungsluft abgeführt wurde. Dies stellte eine wichtige Voraussetzung dar, damit die äußere Qualität nicht beeinträchtigt wurde. Durch regelmäßiges Wenden und Durchmischen des zu trocknenden Hopfens wurde ein gleichmäßiges Durchströmen der Trocknungsluft und somit eine gleichmäßige Abtrocknung sichergestellt. Der angestrebte Wassergehalt von ca. 9 % am Ende der Trocknung wurde durch Wiegen ermittelt, indem vorher das Endgewicht über den Trockensubstanz-Gehalt berechnet wurde. Der fertig getrocknete Hopfen wurde in Papiersäcke bis zur vollständigen Homogenisierung gelagert. Im Hopfenlabor in Hüll wurden unter Leitung von Dr. Klaus Kamhuber jeweils von einer repräsentativen Mischprobe der unterschiedlichen Trocknungsvarianten, zusätzlich zur Standardanalytik, der Gesamtölgehalt und einzelne Ölkompone[n]ten bestimmt.

Ergebnisse und Diskussion

Das Ende des Trocknungsprozesses wurde durch Wiegen des Hopfens festgelegt. So konnten in allen Trocknungsvarianten innerhalb eines Erntezeitpunktes gleiche Wassergehalte erzielt werden. Die Vergleichbarkeit der verschiedenen Trocknungsvarianten war somit gegeben. Zusätzlich war dabei entscheidend, dass die Hopfenproben mit einem durchschnittlich erzielten Wassergehalt von 9,8 % nicht übertrocknet wurden. Die durchschnittliche Trocknungsdauer betrug bei einer Trocknungstemperatur von 70 °C durchschnittlich 180-200 Minuten. Bei 65 °C waren durchschnittlich 20-30 Minuten und bei 60 °C sogar 60-80 Minuten längere Trocknungszeiten für das gleiche Endgewicht erforderlich.

Die analytischen Ergebnisse zeigten, dass weder beim Gesamtölgehalt noch bei den Einzelölkompone[n]ten wie Myrcen, Linalool, β -Caryophyllen, Humulen und Geraniol ein Temperatureinfluss ausgemacht werden konnte.

Zwar handelt es sich bei den ermittelten Daten lediglich um Einzelwerte, die statistisch nicht abgesichert werden können, was im hohen versuchstechnischen und analytischen Aufwand begründet ist. Dennoch lassen die erhaltenen Rohdaten darauf schließen, dass lediglich der Erntetermin einen Einfluss auf den Gesamtölgehalt und die Einzelölkomponenten hat, während die unterschiedlichen Temperaturen keinen Einfluss erkennen lassen. Dies soll in weiteren Versuchen abgesichert werden.

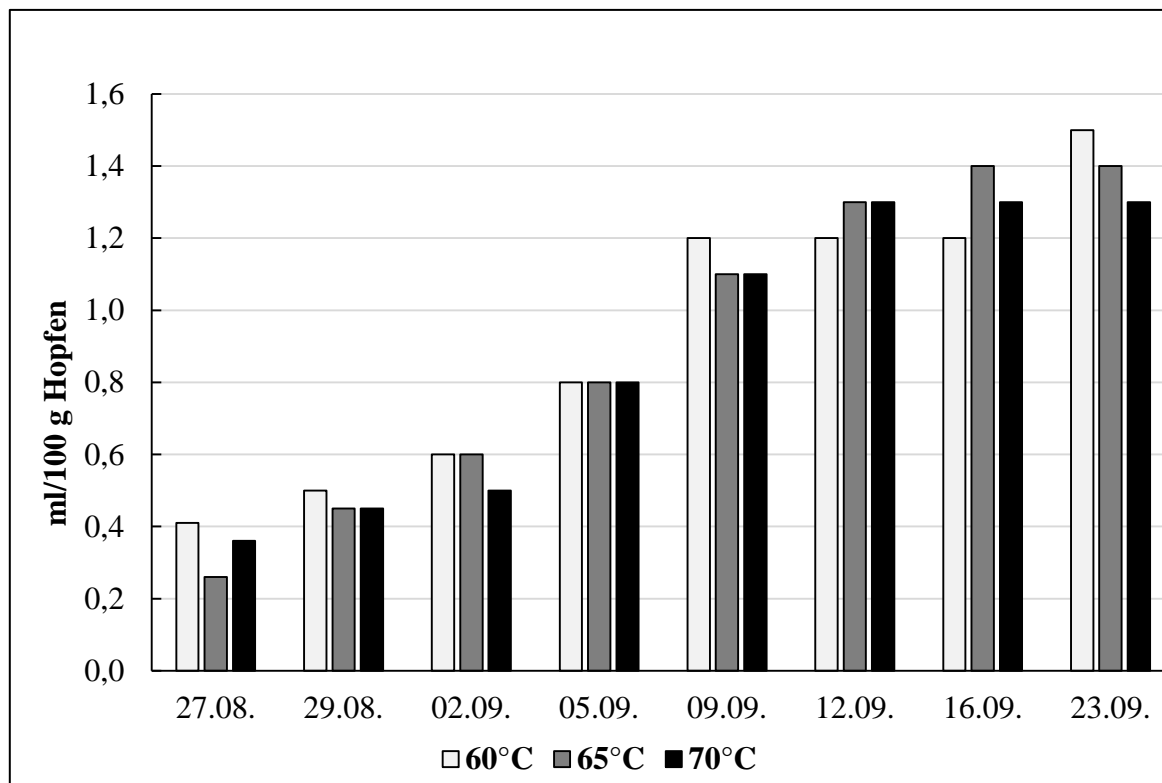


Abb. 5.2: Gesamtölgehalt der Sorte Mandarina Bavaria bei unterschiedlichen Erntezeitpunkten und Trocknungstemperaturen im Jahr 2013

Folgerung für die Praxis

In der Praxis werden bei der Trocknung in Hordendarren und Bandtrocknern immer wieder erhebliche Minderungen der äußeren Qualität durch zu hohe Trocknungstemperaturen festgestellt. Die Ursache liegt dabei nicht an der Höhe der Trocknungstemperatur, sondern an der zu niedrigen Luftgeschwindigkeit für die entsprechend eingestellte Trocknungstemperatur. Vor allem wenn zu Beginn der Trocknung das freigesetzte Wasser durch zu geringe Luftgeschwindigkeiten nicht ausreichend von der Doldenoberfläche abtransportiert wird, kommt es neben der bekannten Veränderung der typischen Doldenfarbe auch zum Zusammensacken der Hopfenschicht. Aufgrund der unterschiedlichen Lagerungsdichte über die Trocknungsfläche wird die Trocknung ungleichmäßig. Je höher die Trocknungstemperatur, desto ungleichmäßiger wird die Trocknung. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit einer partiellen Übertrocknung mit der Gefahr einer Minderung der äußeren und inneren Hopfenqualität.

Somit kann eine schonende Trocknung nicht allein über die Trocknungstemperatur definiert bzw. garantiert werden, sondern nur über ein optimales Verhältnis aus Temperatur und Luftgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Schütthöhe.

5.3 Reaktion der Sorte Hallertauer Tradition auf Reduzierung der Gerüsthöhe (6 m)

Zielsetzung

Aufgrund verheerender Sturmereignisse in den letzten Jahren, die in der Hallertau zum Einsturz von Hopfengerüstanlagen vor der Ernte geführt haben, sollte 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. Des Weiteren könnte bei den Pflanzenschutzmaßnahmen der Abstand zu den Zielflächen reduziert, eine bessere Benetzung im Gipfelbereich mit einer geringeren Abdrift realisiert und evtl. neue Pflanzenschutzapplikationstechniken eingesetzt werden.

In einem vorangegangenen Projekt wurde bereits bei den Aromasorten Perle, Hallertauer Tradition und den Bittersorten Hallertauer Magnum, Hallertauer Taurus und Herkules in mehreren Praxisgärten eine Reaktion auf Reduzierung der Gerüsthöhe hinsichtlich Pflanzenentwicklung, Krankheits- und Schädlingsbefall, Ertrag und Qualität geprüft. Die Ergebnisse sind im Jahresbericht 2011 veröffentlicht. Um allgemeine Empfehlungen für die Praxis zu erarbeiten, werden diese Versuche an anderen Standorten wiederholt. Die Prüfungen im Versuchsgarten Stadelhof sind noch nicht abgeschlossen. Im Jahr 2014 konnten allerdings an einem Versuchsstandort bei Pfeffenhausen dreijährige Ergebnisse für die Sorte Hallertauer Tradition verrechnet werden.

Methode

Bei der Standortsuche wurde die Fläche bzw. der Boden sehr intensiv begutachtet, um für die Varianten möglichst gleiche Ausgangsbedingungen zu schaffen. Der Versuchsgarten wurde in 4 gleich große Parzellen eingeteilt, wobei eine Parzelle 10 Säulenabstände lang und einen Säulenabstand breit war. In 2 Parzellen wurde die Gerüsthöhe durch ein zusätzlich eingezogenes Drahtnetz von 7 auf 6 m reduziert. Die zwei Säulen breite „6 m Anlage“ befand sich somit direkt neben der „7 m Anlage“.

Je Parzelle wurden je zwei Wiederholungen als zu beerntende Versuchsglieder zufällig angeordnet. Ein Versuchsglied bestand aus 20 aufeinanderfolgenden Reben. In Absprache mit dem Landwirt wurde die Versuchsfläche betriebsüblich bewirtschaftet. Damit wurden der Pflanzenschutz, die Düngung und die Bodenbearbeitung in allen Parzellen in gleicher Weise durchgeführt, um das Ergebnis aus der reduzierten Rebenlänge nicht zu beeinträchtigen.



Abb. 5.3: 7 m Gerüstanlage durch zusätzliches Drahtnetz auf 6 m reduziert

Von den beernteten Versuchsgliedern wurde der Ertrag, der Alphasäuregehalt und der Wassergehalt der grünen Dolden gemessen. In den Versuchsjahren wurden die Doldenmuster auf Doldenausbildung und auf Krankheitsbefall untersucht. Dabei waren keine Unterschiede festzustellen.

Ergebnisse

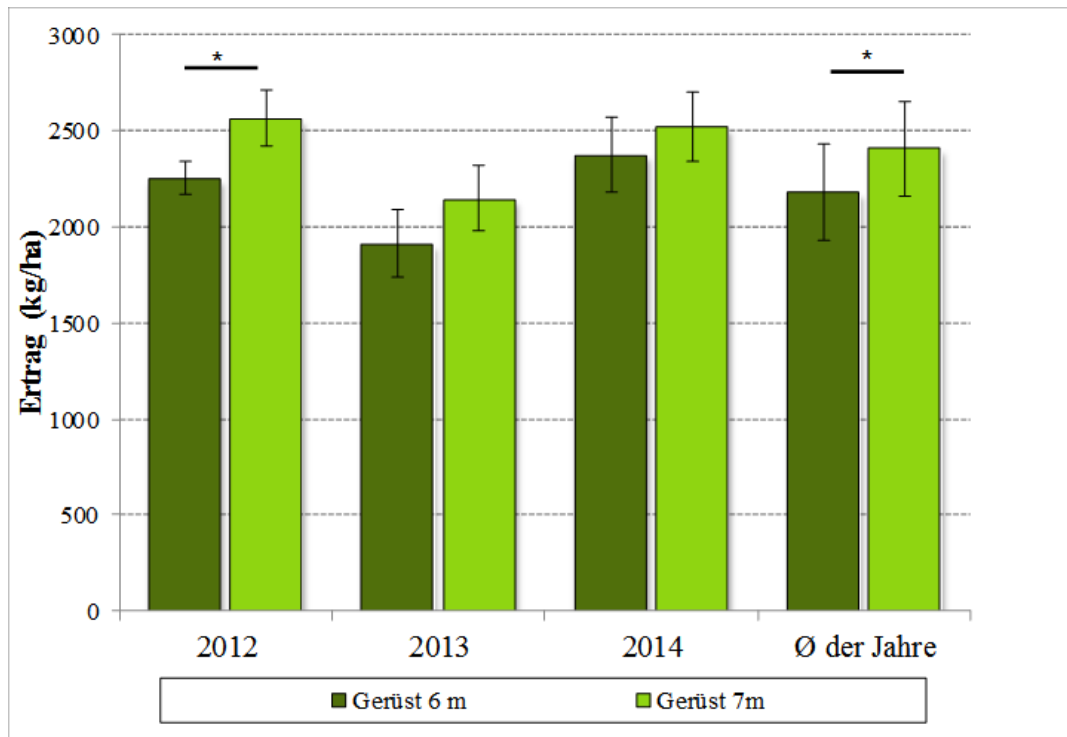


Abb. 5.4: Einfluss der Gerüsthöhe auf den Ertrag bei der Sorte Hallertauer Tradition

Ertrag (kg/ha) mit Standardabweichung der Aromasorte Hallertauer Tradition ($n = 12$) im Vergleich bei 6 m und 7 m Gerüsthöhe. Signifikante Unterschiede der Erträge wurden intraspezifisch mittels mehrfaktorieller Varianzanalysen getestet und gekennzeichnet ($p < 0,05$ *, $p < 0,01$ ** und $p < 0,001$ ***)

Am Standort Pfeffenhausen mit der Sorte Hallertauer Tradition zeigen die Varianten mit 6 m bzw. 7 m signifikante Unterschiede im Ertrag. Im Jahr 2012 und im Durchschnitt der Jahre war der Ertragsrückgang bei der 6 m Anlage auch statistisch absicherbar.

Der Trend zu höheren Erträgen war bei allen Sorten unterschiedlich stark vorhanden, konnte aber bisher nur an zwei Standorten mit den Sorten Hallertauer Tradition und Herkules statistisch abgesichert werden. Dabei ist anzumerken, dass beide Flächen hervorragende Hopfenstandorte sind.

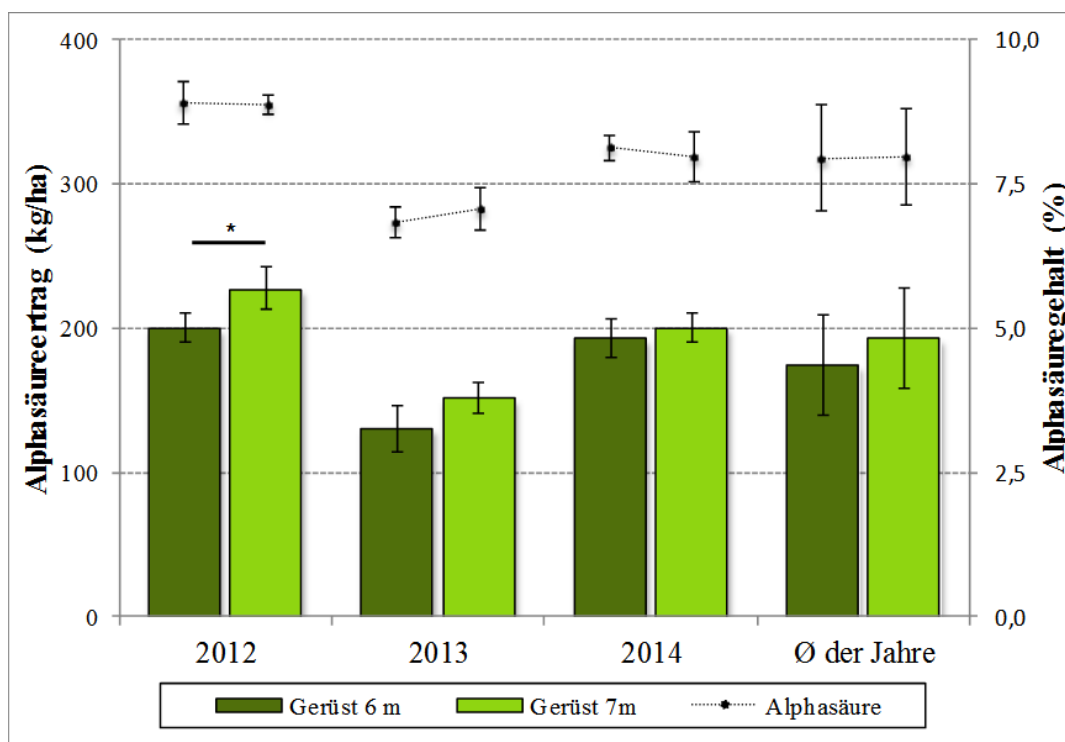


Abb. 5.5: Einfluss der Gerüsthöhe auf den Alphasäuregehalt und -ertrag bei der Sorte Hallertauer Tradition

Alphasäuregehalt (%) und Alphasäureertrag (kg/ha) der Aromasorte Hallertauer Tradition ($n = 12$) im Vergleich bei 6 m und 7 m Gerüsthöhe. Signifikante Unterschiede der Erträge wurden intraspezifisch mittels mehrfaktorieller Varianzanalysen getestet und gekennzeichnet ($p < 0,05$ *, $p < 0,01$ ** und $p < 0,001$ ***).

Die geringen Unterschiede in den Alphasäuregehalten können vernachlässigt werden. Der Trend zu höheren Alphasäureerträgen bei der 7 m Anlage kann nur im Jahr 2012 statistisch abgesichert werden.

5.4 LfL-Projekte im Rahmen der Produktions- und Qualitätsinitiative

Nach der ersten Projektphase von 2009 - 2013 lässt die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft in den kommenden 5 Jahren von 2014 - 2018 im Rahmen einer Produktions- und Qualitätsoffensive für die Landwirtschaft in Bayern wieder 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 neuen Hopfenprojekte kurz beschrieben und die ersten Ergebnisse für 2014 kurz zusammengefasst.

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

TS- und Alphasäurenmonitoring

In der Zeit vom 19.08. - 30.09.2014 wurden – über die Hallertau verteilt – von 3 Aroma- und 3 Bitterstoffsorten an 5 (Aromasorten) bzw. 7 (Bittersorten) Terminen im wöchentlichen Abstand aus je 10 Praxisgärten jeweils 1 Aufleitung beerntet und separat getrocknet. Durch Feststellung des Wasserentzugs und Analyse des TS- und Alphasäuregehalts in einem akkreditierten Labor wurde am Folgetag der Trockensubstanzgehalt des Grünhopfens und der Alphasäuregehalt bei 10 % Wasser ermittelt und zur Auswertung an die Hopfenberatung der LfL übermittelt. Die Ergebnisse wurden gemittelt, tabellarisch und grafisch aufbereitet und mit einem Kommentar ins Internet gestellt. Aus den Ergebnissen und Darstellungen konnten die Landwirte Hinweise zur optimalen Erntereife der wichtigsten Hopfensorten abgelesen.

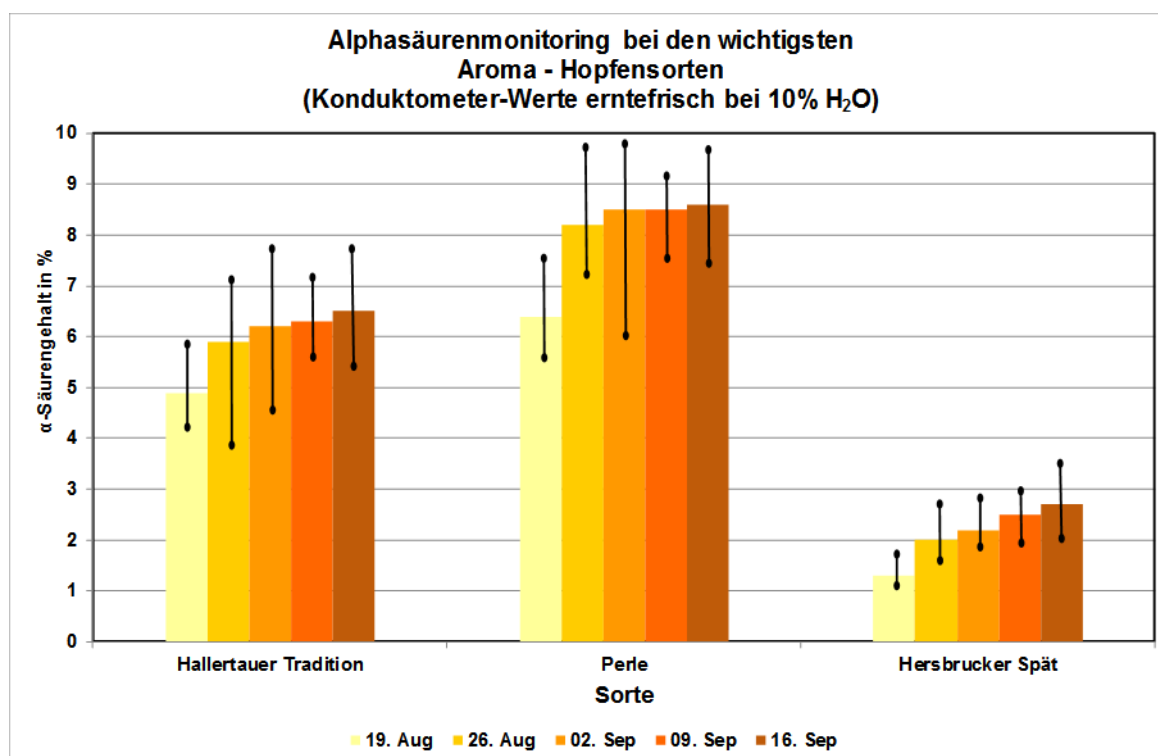


Abb. 5.6: Monitoring zur Entwicklung der Alphasäuregehalte 2014 bei den wichtigsten Aromasorten

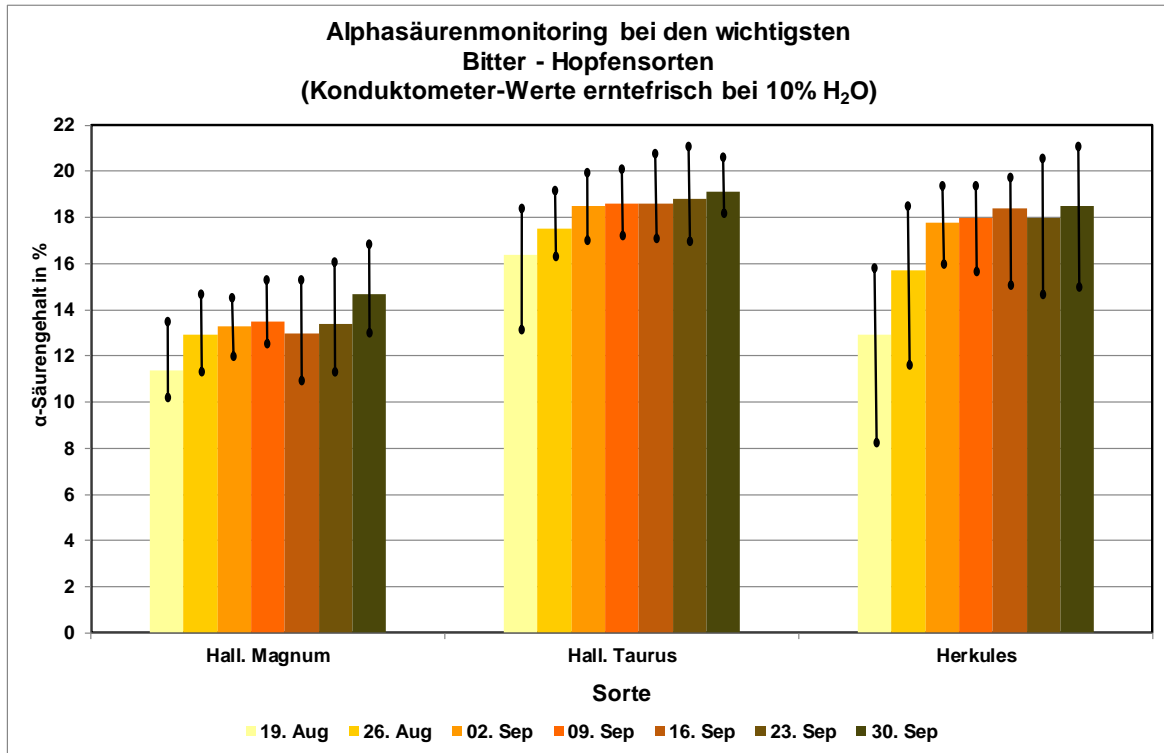


Abb. 5.7: Monitoring zur Entwicklung der Alphasäuregehalte 2014 bei den Hochalphasorten

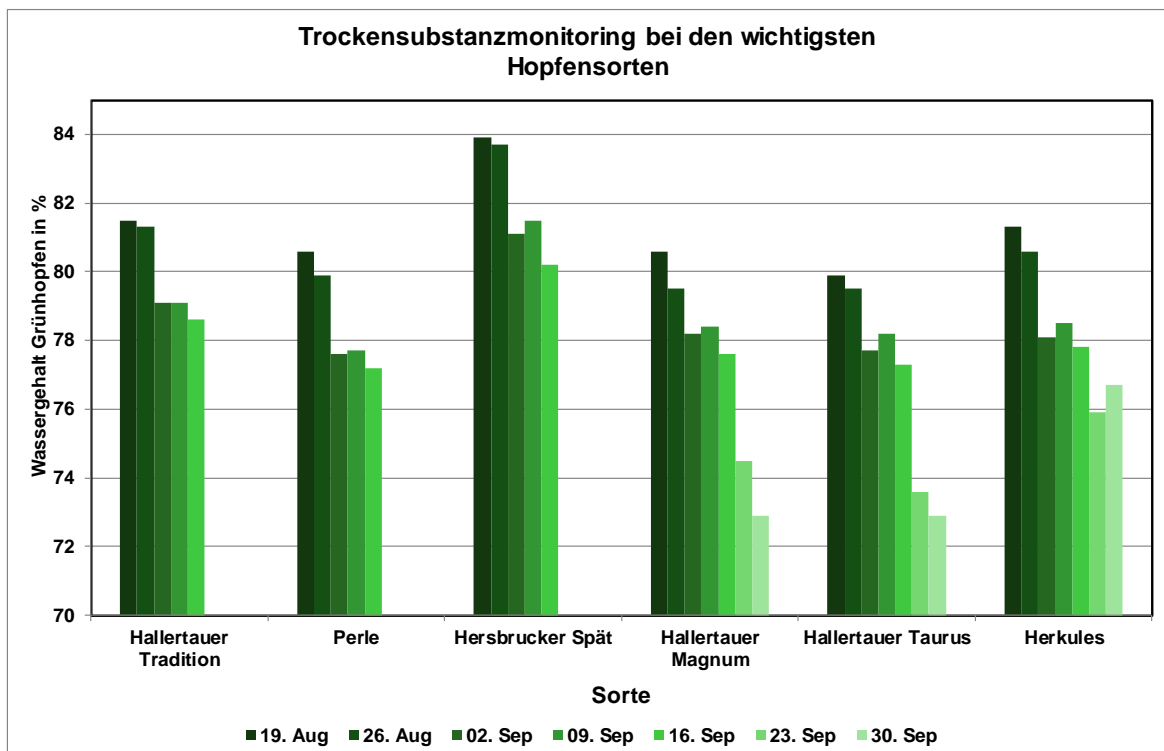


Abb. 5.8: Monitoring zur Entwicklung der Trockensubstanzgehalte 2014 der wichtigsten Hopfensorten

Einfluss des Standorts und produktionstechnischer Maßnahmen auf die Produktqualität von Hopfen

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.

Im Projektzeitraum sollen die Daten der Neutralen Qualitätsfeststellung von je 150 Partien der Sorten HT, PE, HM und HS mit den dazugehörigen Alphasäuregehalten und ausgewählten standort- und produktionstechnischen Daten ergänzt werden. Von der Auswertung standortspezifischer Parameter und produktionstechnischer Maßnahmen mit den Qualitätsdaten verspricht man sich wertvolle Erkenntnisse für die Beratung.

Da in 2014 von den 600 erwarteten Datensätzen nur 94 geliefert wurden, war eine Schichtung und Auswertung nicht möglich.

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

Zur Einschätzung des Blattlaus- und Spinnmilbenbefalls für die Festlegung von Beratungsaussagen und Bekämpfungsstrategien sind Erhebungen und exakte Bonituren zur Befallssituation in Praxisgärten notwendig.

Dazu wurden in der Zeit vom 26. Mai bis 28. Juli 2014 an 10 Terminen im wöchentlichen Abstand Bonituren in 30 repräsentativen Hopfengärten (verschiedene Sorten) in der Hallertau (22), Spalt (5) und Hersbruck (3) auf Befall mit Hopfenblattlaus und Gemeine Spinnmilbe durchgeführt und der durchschnittliche Befall mit Blattläusen (Anzahl) und Spinnmilben (Befallsindex) ermittelt.

Die Ergebnisse über den Befallsverlauf flossen in die Beratungsaussagen und Bekämpfungsstrategien ein.

5.4.3 Ringanalysen zur Qualitätssicherung bei der Alphasäurenbestimmung für Hopfenlieferungsverträge

Seit Jahren gibt es bei den Hopfenlieferungsverträgen eine Zusatzvereinbarung, in der die Alphasäuregehalte der abgelieferten Hopfenpartien bei der Bezahlung Berücksichtigung finden. Der Alphasäuregehalt wird in staatlichen Laboratorien, Betriebslaboren und privaten Laboren je nach verfügbarer Untersuchungskapazität ermittelt. Die Vorgehensweise (Probenteilung, Lagerung) ist im Pflichtenheft der „Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik“ genau festgelegt, ebenso welche Laboratorien die Nachuntersuchungen durchführen und welche Toleranzbereiche für die Analysenergebnisse zugelassen sind. Um die Qualität der Alphasäureanalytik im Interesse der Hopfenpflanzer sicherzustellen, werden Ringanalysen von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft als neutrale Stelle organisiert, durchgeführt und ausgewertet.

Im Rahmen des Projekts ist es Aufgabe des Hopfenrings, die Probenahme von insgesamt 60 zufällig ausgewählten Hopfenpartien an 9 - 10 Terminen in der Hallertau durchzuführen und dem Labor der LfL in Hüll bereitzustellen.

5.5 Leader-Projekt: „Hallertauer Modell zum ressourcenschonenden Hopfenanbau“

Ausgangssituation und Zielsetzung

Die landwirtschaftliche Ackernutzung in der Hallertau wird dominiert vom Hopfenanbau. Die Konzentration des Hopfenanbaus in dieser Region ist historisch gewachsen und prägt die Kulturlandschaft. Der Anbau ist produktionsmittelintensiv und birgt daher ökologische Risiken. Das ist zum einen die hohe Erosionsanfälligkeit der Böden insbesondere beim Anbau von Reihenkulturen wie dem Hopfen. Zum anderen benötigt der Hopfen zur Erzielung optimaler Erträge und bester Qualitäten ein hohes Stickstoffangebot. Das Problem dabei ist, dass die Hauptstickstoffaufnahme des Hopfens relativ spät in der Vegetationszeit von Mitte Juni bis August erfolgt und im Boden verbleibender Reststickstoff im Herbst und Winter vom Hopfen nicht mehr genutzt werden kann und der Verlagerung bis hin zur Auswaschung unterliegt. Eine möglichst geringe Stickstoffauswaschung ist jedoch ein Kernpunkt bei der Gewässerschonung. Wissenschaftliche Arbeiten haben zudem ergeben, dass der Hopfen ein schlechteres Aneignungsvermögen für Stickstoff hat und deshalb zur Erzielung optimaler Erträge ein hohes Stickstoffangebot benötigt, das oftmals nicht vollständig ausgeschöpft wird und nach der Ernte vermehrt Stickstoff in Form von Nitrat im Boden zurück bleibt.

In dem Leader-Modellprojekt des Zweckverbands zur Wasserversorgung Hallertau, in dem verschiedene Kooperationspartner aus Fachbehörden und Verbänden zusammenarbeiten, soll untersucht werden, ob mit angepassten Stickstoffdüngestrategien weiterhin wirtschaftlich Hopfen angebaut werden kann ohne den Grundwasserschutz zu vernachlässigen.

Methode

Erste Versuche in der Hallertau und in Thüringen haben ergeben, dass bei der Stickstoffdüngung durch Ausbringung auf einem 2 m breiten Band rund ein Drittel des Düngers eingespart werden kann, ohne dass Ertragseinbußen auftraten. In dem Forschungsprojekt „Hallertauer Modell zum ressourcenschonenden Hopfenanbau“ sollen in dem Projektzeitraum 2009-2015 die Ergebnisse überprüft werden. Dazu sollten in mehrfacher Wiederholung N-Düngeversuche angelegt werden, bei der die flächige N-Ausbringung (Soll-Wert 240 kg N abzgl. N_{\min}) mit einer um ein Drittel reduzierten Banddüngung (2 m Band) verglichen wird. Gleichzeitig sollten in den verschiedenen Varianten und Wiederholungen die Stoffverlagerungen im Boden mittels Saugkerzen in verschiedenen Tiefen (0,5 m, 1,2 m, 2,0 m und 4,0 m) gemessen werden, um mehr Erkenntnisse über die Stickstoffdynamik im Hopfenboden zu gewinnen. Aufgrund der begrenzten Projektmittel ließ sich die Installation einer Saugkerzenanlage aber nur in einer Wiederholung realisieren, so dass eine Versuchsernte mit statistisch gesicherter Ertragsauswertung nicht möglich war. Aus Eigeninteresse wurden dennoch in den Parzellen mit flächiger Düngung und Banddüngung jeweils 20 Aufleitungen beerntet, der Ertrag ermittelt und der Alphasäuregehalt untersucht.

Ergebnisse

2010 wurde keine Beerntung durchgeführt, da sich der Hopfen aufgrund von starkem Peronospora-Primärbefall sehr ungleich entwickelt hatte. Außerdem war zu befürchten, dass durch die umfangreichen Grabungen für den Einbau und die Installation der Saugkerzenanlage im Frühjahr 2010 das Bodenprofil noch derart gestört war, dass gleiche Bodenverhältnisse und Wachstumsbedingungen noch nicht zu erwarten waren.

In der folgenden Graphik sind die über die Jahre gemittelten Werte für Ertrag, Alphasäuregehalt und Alphaertrag/ha der Ernten 2011-2014 wiedergegeben, die lediglich einen Trend darstellen und aufgrund der fehlenden Wiederholungen nicht als Ergebnis gewertet werden können.

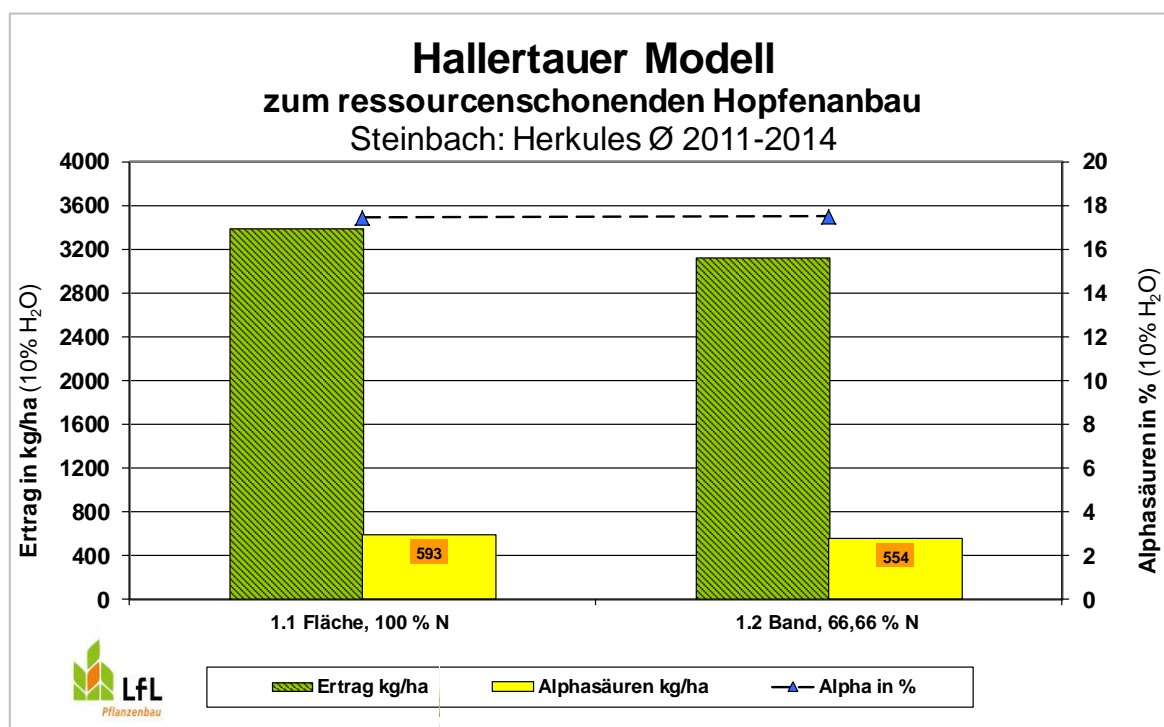


Abb. 5.9: Trenddarstellung von Ertrag, Alphasäuregehalt und Alphasäureertrag/ha in den Parzellen Flächen- und Banddüngung

Mit zunehmender Versuchsdauer hat die Parzelle mit der Banddüngung (1/3 weniger N-Düngung) sowohl optisch als auch bei der Ertragsfeststellung auf die reduzierte Stickstoffdüngung negativ reagiert, so dass die früheren Versuchsergebnisse aus der Hallertau und Thüringen nicht bestätigt werden konnten.

Da aber eine exakte Versuchsanstellung und Beerntung mit mehrfacher Wiederholung nicht möglich war, können hinsichtlich der Ergebnisse keine gesicherten Aussagen gemacht, geschweige denn Düngeempfehlungen abgeleitet 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 2014 – 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 2450 Stück von der LfL an die ÄELF und Forschungseinrichtungen und vom Hopfenring Hallertau an die Hopfenpflanzer verteilt.
- Über das Ringfax des Hopfenringes (2014: 52 Faxe in der Hallertau + 5 für Spalt und + 1 für Hersbruck mit 1 198 Teilnehmern) wurden in 24 Faxen aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstaufrufe an die Hopfenpflanzer verschickt.
- Im Rahmen der N_{\min} -Bodenuntersuchung wurden 2652 Ergebnisse auf Plausibilität kontrolliert und zum Versand an die Hopfenpflanzer freigegeben.
- In 2 ER-Rundschreiben des Hopfenringes und in 8 Monatsausgaben der Hopfen Rundschau wurden Beratungshinweise und Fachbeiträge für die Hopfenpflanzer veröffentlicht.
- Mit dem Erfassungs- und Auswertungsprogramm HSK wurden in einem Arbeitskreis 48 Schlagkarteien ausgewertet 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 13.05. - 29.08.2013 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 74 Mal aktualisiert.
- Zu Spezialfragen des Hopfenbaus erteilten die Fachberater der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik in ca. 2 200 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
- 45 Fachvorträge
- 6 Versuchsführungen für die Hopfenpflanzer und die Hopfenwirtschaft
- 5 Tagungen, Fachveranstaltungen oder Seminare

Aus- und Fortbildung

- Themenstellung von 5 und Prüfung von 4 Arbeitsprojekten im Rahmen der Meisterprüfung
- 16 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
- 1 Informationsveranstaltung für Berufsschüler von Pfaffenhofen
- 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

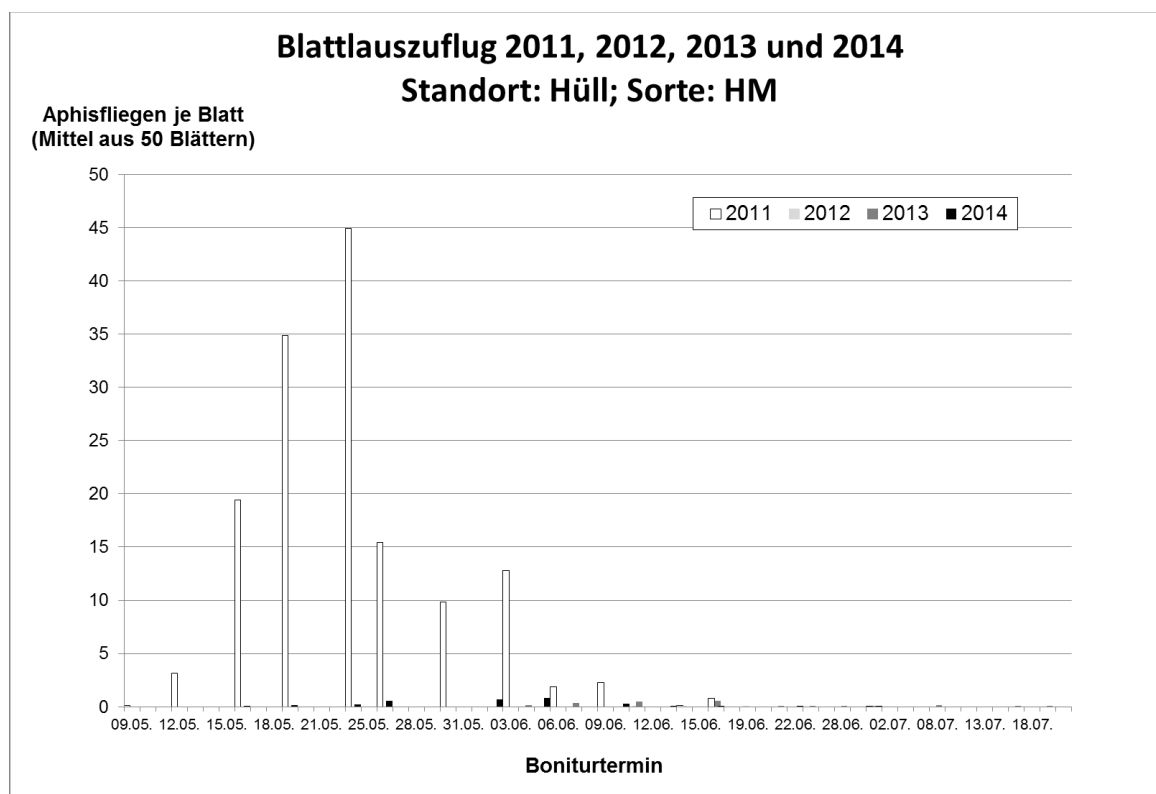


Abb. 6.1: Blattlauszuflug

Tab. 6.1: Schädlingsmonitoring 2014 in den Bayerischen Anbaugebieten an 30 Standorten

Datum	Blattläuse pro Blatt			Spinnmilben pro Blatt		
	Ø	min.	max.	Ø	min.	max.
26.05.	0,29	0,00	1,42	0,06	0,00	0,65
02.06.	0,53	0,00	3,78	0,06	0,00	0,85
10.06.	0,95	0,00	11,72	0,10	0,00	0,80
16.06.	0,27	0,00	2,50	0,12	0,00	0,80
23.06.	0,49	0,00	6,26	0,09	0,00	0,90
30.06.	1,05	0,00	1,80	0,25	0,00	1,35
07.07.	1,67	0,00	19,70	0,19	0,00	1,15
14.07.	2,74	0,00	46,90	0,13	0,00	1,15
21.07.	0,18	0,00	2,00	0,08	0,00	0,55
28.07.	0,09	0,00	1,76	0,08	0,00	0,55
	Hauptbehandlungstermine 04.07. - 18.07.2014 23 Standorte ohne Behandlung			Hauptspritztermine 17.06 - 18.07.2014 3 Standorte ohne Behandlung		

Wie in den beiden Vorjahren trat die Hopfenblattlaus auch 2014 kaum in Erscheinung. Der Zuflug war nur vereinzelt und äußerst schwach. In vielen Fällen konnte auf eine Behandlung gegen die Hopfenblattlaus verzichtet werden. Auf etwa einem Drittel der beobachteten Flächen war Mitte Juli leichter bis mäßiger Befall anzutreffen, der zumindest eine Sicherheitsspritzung rechtfertigte.

Die Gemeine Spinnmilbe trat in Einzelfällen ab Mitte Juni behandlungswürdig auf. Bis Mitte Juli erreichte der Befall in höchstens einem Drittel der beobachteten Hopfengärten ein Niveau, dass eine Bekämpfung nötig machte. In fast allen Fällen konnte der Befall mit einer Behandlung kontrolliert werden. In drei Hopfengärten war der Befall so gering, dass auf eine Behandlung verzichtet wurde.

6.1.2 Peronospora

Tab. 6.2: Hinweise und Spritzaufrufe im Ringfax 2014 zu Peronospora und Echtem Mehltau

Fax -Nr.	Datum	Hinweis		Spritzaufrufe		
		Pero Primär	Pero Sekundär			Echter Mehltau
			anfällige Sorten	alle Sorten	späte Sor- ten	
16	16.04.	x				
19	13.05.	x				
21	22.05.	x		x		anfällige
23	05.06.	x				bei Befall
25	10.06.	x	x			bei Befall
29	02.07.					bei Befall
32	11.07.					x
35	24.07.			x		x
37	01.08.			x		x
40	12.08.			x		anfällige
42	28.08.					x

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

Einleitung und Zielsetzung

Die Gemeine Spinnmilbe *Tetranychus urticae* zählt zu den Hauptschädlingen des Kulturhopfens und ist in warmen Jahren in der Lage, immense Schäden an den Dolden bis hin zum völligen Ertragsausfall zu verursachen. Derzeit stehen dem ökologischen Anbau keine effektiven Pflanzenschutzmittel zur Verfügung.

Versuche der letzten zwei Jahrzehnte am Hopfenforschungsinstitut Hüll (z.B. WEIHRACH 2008) haben gezeigt, dass es durch den Einsatz zugekaufter gezüchteter Raubmilben möglich ist, eine befriedigende Spinnmilbenkontrolle am Hopfen zu erreichen.

Ziel dieses von der BLE geförderten Projektes (BÖLN-Projekt 2812NA014) ist es, eine Standardmethode zu entwickeln, die eine nachhaltige und wirtschaftlich akzeptable Alternative zum Akarizideinsatz darstellt, indem Überwinterungsstrukturen zur Etablierung heimischer Raubmilben, insbesondere *Typhlodromus pyri* geschaffen werden sollen. Die Laufzeit des Projektes geht derzeit von Juni 2013 bis April 2016.

Aus der landwirtschaftlichen Praxis ist vor allem die erfolgreiche Etablierung der heimischen Art *Typhlodromus pyri* in Obst- und Weinbaubeständen bekannt, die daraus resultiert, dass die Raubmilben direkt unter Rindenschuppen oder verkorkten Schnittstellen der Bäume überwintern können. Dies ist im Hopfen nicht möglich, da bei der Ernte die oberirdischen Pflanzenteile fast komplett vom Feld entfernt und somit auch die potentiellen Überwinterungsrefugien genommen werden. Daher sollen durch Untersaaten in den Fahr-gassen geeignete Überwinterungsquartiere geschaffen werden, die es ermöglichen, eine konstante Population der Raubmilben über mehrere Vegetationsperioden hinweg im Bestand aufzubauen und anzusiedeln und somit einen jährlichen Zukauf von Raubmilben zu verringern.

AGUILAR- FENOLLOSA et al. (2011 a, b, c) konnten durch Versuche im Mandarinenanbau nachweisen, dass Rohrschwengel *Festuca arundinaceae* als Untersaat von Raubmilben als Lebensraum angenommen wurde und damit zu einer Reduktion der Spinnmilbenpopulation an der Hauptkultur führte. SCHWEIZER stellte 1992 fest, dass manche Beikräuter in Hopfengärten, insbesondere Kleinblütiges Franzosenkraut *Galinsoga parviflora*, eine Reduktion der Spinnmilbenpopulation am Hopfen bewirkten, da die Spinnmilben sich eine gewisse Zeit lieber an diesen Pflanzen als am Hopfen aufhalten. Nachfolgende Untersuchungen durch WEIHRAUCH (1996) in der Hallertau mit *G. parviflora* als Untersaat konnten dies bestätigen. Aus weiteren Beobachtungen ging zudem hervor, dass sich auf Brennes-selpflanzen, die sich randlich entlang der gesamten Länge eines Hopfengartens zogen, eine dichte Raubmilben-Population ansiedelte (WEIHRAUCH 2007). Untersaaten könnten demnach sowohl die Spinnmilbenpopulationen am Hopfen beeinflussen als auch die Abundanz und Diversität von Raubmilben fördern und als natürlicher Lebens- und Überwinterungsraum fungieren. Als vielversprechendste Art wurde für das aktuelle Projekt *Festuca arundinaceae* ausgewählt.

Kleinblütiges Franzosenkraut *Galinsoga parviflora* und Große Brennnessel *Urtica dioica* wurden in der ersten Saison 2013 ebenfalls in die Versuche mit einbezogen, wurden allerdings in der Saison 2014 ersetzt, da es aufgrund der Witterung und schlechter Keimfähigkeit nicht gelang, in den jeweiligen Parzellen einen Bestand der Pflanzen aufzubauen. Es wurden daher 2014 stattdessen Erdbeeren unterpflanzt und eine Grünlandmischung (BQSM-D2a) eingesät. Diese Mischung enthält unter anderem Wiesenfuchsschwanz, Wiesenrispe und Wiesenschwengel, deren Gräserpollen nach Untersuchungen von ENGEL (1991) zur Blüte Ende Mai von *T. pyri* fast ausschließlich zur Ernährung genutzt werden und somit eine wichtige Rolle für diese Raubmilbenart spielen. Aufgrund dieser Erkenntnisse dient diese Grünlandmischung möglicherweise als alternative Nahrung für *T. pyri* und kann ebendiese im Frühjahr anlocken bzw. auch im Bestand halten, wenn sich noch keine Spinnmilbenpopulation aufgebaut hat.

Als weiteres Ziel wird die Optimierung des Einsatzes gezüchteter Raubmilben hinsichtlich der geeigneten Ausbringungsmethode, Freilassungsstärke- und häufigkeit und des Ausbringungszeitpunktes angestrebt. Dabei wurden die autochthonen Raubmilben (a) *Typhlodromus pyri* und (b) *Amblyseius andersoni* eingesetzt, deren Überwinterung im Vordergrund stehen. Vergleichend hierzu wurde eine Mischung aus den allochthonen Raubmilbenarten (c) *Phytoseiulus persimilis* und *Neoseiulus californicus* (Mix) auf ihre Effektivität unter Freilandbedingungen untersucht.

Das Trägermaterial waren entweder Filzstreifen (*T. pyri*), Bohnenblätter (Mix), oder Streuware (Mix und *A. andersoni*). In der Saison 2014 wurde erstmals die Ausbringung der Streuware mit dem Airbug-Verblasegerät ausprobiert.

Material und Methoden

Versuchsstandort und Versuchsplan

Die Versuche wurden in Kooperation mit vier Betrieben durchgeführt, die einen Teil ihrer Flächen unter praxisüblicher Bewirtschaftung zur Verfügung stellten, wobei zwei Betriebe konventionell und zwei Betriebe nach Bioland-Richtlinien wirtschaften.

Die Flächen verteilten sich in der Hallertau und dem Anbaugebiet Hersbruck folgendermaßen:

Tab. 6.3: Standorte und Aufteilung der Anlagen

Standort	Landkreis	Sorte	Anlage
Hüll	PAF	Herkules	1-fakt. Blockanlage
Oberulrain	KEH	Perle	2-fakt. Blockanlage
Ursbach (Bioland)	KEH	Hallertauer Tradition	1-fakt. Blockanlage
Großbellhofen (Bioland)	LAU	Opal	
Benzendorf (Bioland)	ERH	Smaragd	

An jedem Standort kamen unterschiedliche Varianten zum Einsatz die als einfaktorielle Blockanlagen mit vierfacher Wiederholung angelegt wurden. Einzige Ausnahme bildete der Standort Oberulrain, der als zweifaktorielle Blockanlage angelegt wurde, um Wechselwirkungen zwischen Untersaat und Raubmilben feststellen zu können.

Eine Parzelle umfasste ca. 600 m² (30 m lang, 20 m breit), mit 108 Pflanzen = 216 Aufleitungen pro Parzelle. Folgende Varianten wurden angelegt:

- (1) *Typhlodromus pyri*, Untersaat Rohrschwengel
- (2) *Typhlodromus pyri*, Untersaat 2013: Brennnessel; 2014: Erdbeeren
- (3) *Typhlodromus pyri*, Untersaat 2013: Franzosenkraut; 2014: Grünlandmischung BQSM-D2a
- (4) Mix (*P. persimilis* und *N. californicus*)
- (5) *Amblyseius andersoni*, Untersaat Rohrschwengel

Die Ausbringung der Nützlinge erfolgte in beiden Versuchsjahren Anfang bis Mitte Juni, nach der Entlaubung der Hopfenreben. Die getesteten Ausbringungsmethoden richteten sich vor allem nach dem Angebot der Züchter. Die Bohnenblätter und Filzstreifen wurden bei einer Höhe von 1,60 m oberhalb des entlaubten Bereiches angebracht. Die Ausbringung der Streuware erfolgte durch das Airbug-Verblasegerät der Firma Koppert, indem gleichmäßig durch den Bestand gegangen wurde.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ausbringungseinheiten sowie die Ausbringungsmenge der Nützlinge dargestellt.

Tab. 6.4: Einheit und Ausbringungsmenge der Raubmilben

Raubmilbe	Raubmilben/ Einheit	Ausbringungsmenge 2013	Ausbringungsmenge 2014
<i>Typhlodromus pyri</i>	Filzstreifen: 5/Einheit	5.000 Raubmilben/ha ➤ Jede 4. Aufleitung ein Filzstreifen	Keine <i>T.pyri</i> zur Verfügung
Mix (<i>Phytoseiulus persimilis</i> und <i>Neoseiulus californicus</i>)	Bohnenblätter: 5.000/Einheit Streuware: 1.500/Einheit	50.000 Raubmilben/ha ➤ 12,5 Raubmilben/ Aufleitung ➤ Bohnenblätter gleichmäßig an jede Aufleitung verteilt	50.000 Raubmilben/ha ➤ 12,5 Raubmilben/ Aufleitung ➤ Bohnenblätter ➤ Airbug
<i>Amblyseius andersoni</i>	Tütchen (2013): 250/Einheit Streuware (2014): 25.000/Einheit	50.000 Raubmilben/ha ➤ Tütchen punktuell an zwei Stellen/ Parzellenreihe	125.000 Raubmilben/ha ➤ 31 Raubmilben/ Aufleitung ➤ Airbug
<i>Amblyseius cucumeris</i>	Streuware (2014): 10.000/Einheit	-	100.000 Raubmilben/ha ➤ 25 Raubmilben/ Aufleitung ➤ Airbug

Jeder Versuchsstandort wurde im zweiwöchigen Rhythmus bonitiert, indem in jeder Parzelle zehn Pflanzen ausgewählt und unten, mittig und oben ein Blatt entnommen wurde. Anschließend wurden die Anzahl der Spinnmilben- und Raubmilben sowie deren Eier gezählt.

Am Ende der Saison folgte eine Versuchsernte der Varianten mit anschließender Doldenbonitur, wobei eine Praxisparzelle vergleichend hinzugezogen wurde. Zusätzlich wurden kurz vor der Ernte jeder Parzelle 100 Dolden entnommen und über Nacht in die modifizierte Berlese-Apparatur gegeben, um die darin befindlichen Arthropoden in 70 %-igem Alkohol aufzufangen und zu determinieren.

Ergebnisse

Saison 2013

Die erste Saison diente der Etablierung der Untersaaten und dem Einsatz der Raubmilben. Der Einsatz der Raubmilben erfolgte an allen Standorten vor dem Auftreten des Schädling bei 0 Spinnmilben/Blatt.

Im Verlauf der Saison baute sich an keinem der fünf Versuchsstandorte in der Kontrolle eine Spinnmilbenpopulation auf die ausreichend war, um einen statistisch abgesicherten Effekt der Raubmilben erkennen zu können. Die maximal erfasste Anzahl der Spinnmilben/Blatt zur Ernte an den einzelnen Standorten lag zwischen 0,6 und 10. Dieses geringe Spinnmilbenniveau hatte weder Ertrags- noch qualitätsmindernde Auswirkungen.

Leider gelang es in der Saison 2013 aufgrund der Witterung und schlechtem Keimverhalten des Saatgutes nicht die Untersaaten zu etablieren, sodass im Winter 2013/2014 keine brauchbaren Strukturen in den Hopfengärten vorhanden waren.

Die nochmalige Aussaat von Rohrschwengel und Brennnessel erfolgte im Frühjahr 2014. Brennnessel und Franzosenkraut mussten leider ersetzt werden, da sich bis zum Sommer immer noch kein Bestand bildete bzw. die Kosten für Saatgut von Franzosenkraut zu teuer wurden. Dementsprechend wurde eine Grünlandmischung (BQSM D 2a) und Erdbeeren gewählt.

Saison 2014

Ähnlich des Vorjahres baute sich an den Standorten Ursbach, Hüll, Benzendorf und Großbellhofen keine Spinnmilbenpopulation auf. Die Ausbringung der Raubmilben erfolgte an diesen Standorten bei 0,1 Spinnmilbe/Blatt, also bei vereinzelter Auftreten des Schädling. Das geringe Spinnmilbenniveau aller Standorte zur Ernte in allen Parzellen unter drei Spinnmilben/Blatt ließ auch in diesem Jahr keine eindeutige Wirkung der Raubmilben gegenüber der Kontrolle erkennen. Ein wesentliches Problem der Saison 2014 bestand in der Verfügbarkeit von *T.pyri*. Aus ungeklärten Gründen gab es heuer keine Rückmeldung des bisherigen Züchters. Auch die gängigen Nützlingsanbieter produzieren keine *T. pyri* mehr.

Für den Standort Oberulrain wurde kurzfristig eine alternative autochthone Raubmilbenart, *A. cucumeris* - die bisher nicht im Versuchsplan vorgesehen war- mitaufgenommen. Die eingesetzten Raubmilbenarten waren in diesem Falle *A. cucumeris* (25 Raubmilben/Aufleitung) und *A. andersoni* (31 Raubmilben/Aufleitung). Die Ausbringung erfolgte in den entsprechenden Parzellen bei einer Anzahl zwischen drei und sechs Spinnmilben/Blatt in KW 27. Drei Wochen später (KW 30) bei deutlichem Anstieg der Spinnmilbenanzahl wurde eine zweite Ausbringung mit der gleichen Aufwandmenge durchgeführt. Im Verlauf der Saison nahm der Befall in jeder Variante stetig zu, sodass gegen Ende des Versuchs zur Ernte durchschnittlich zwischen 169 und 240 Spinnmilben in den Nützlingsvarianten erreicht wurden. Zu keinem Zeitpunkt konnte eine Reduktion der Spinnmilben durch die Raubmilben festgestellt werden. Den höchsten Befall hatte jedoch die Variante Rohrschwengel (ohne Nützlinge) mit 273 Spinnmilben/Blatt aufzuweisen. Es bestand jedoch keine signifikante Wirkung der Untersaat auf den Befallsdruck. Auch eine gegenseitige Wechselwirkung zwischen Untersaat und Raubmilben war statistisch nicht gegeben, sodass von keiner Beeinflussung der Untersaat auf den starken Spinnmilbenbefall ausgegangen werden kann. Trotz des hohen Spinnmilbenaufkommens der Nützlingsvarianten gegenüber der Praxis (13,7 Spinnmilben/Blatt) wurden keine signifikanten Ertragsunterschiede festgestellt. Lediglich die Kontrolle unterschied sich von allen anderen Varianten um zwei bzw. vier dt/ha. Anders als beim Ertrag hatte der starke Befall einen Einfluss auf die Doldenqualität. Die Dolden aller Parzellen waren zu 100 % im starken Bereich geschädigt mit einem gewogenen Mittel zwischen 3,6 und 3,8. In den Berlese-Dolden der *A. cucumeris*-Variante befanden sich jedoch Milben. Diese müssen noch genauer determiniert werden, könnten aber ein erster wichtiger Hinweis darauf sein, dass diese Art in der Lage ist, Dolden zu besiedeln.

Schlussfolgerung und Ausblick

Der Einsatz der Raubmilben in Oberulrain ist als Fehlschlag zu interpretieren. Ein entscheidendes Kriterium für den erfolglosen Einsatz der Raubmilben war der Ausbringungszeitpunkt. Dieser Hopfengarten wurde konventionell bewirtschaftet, somit erfolgte die Entlaubung mit Reglone zum 1. Juli. (nach Zulassungsbeschränkung). Um die Nützlinge nicht zu gefährden wurde dieser Termin abgewartet und erst danach die Raubmilben ausgebracht. Bis zu diesem Zeitpunkt konnten die Spinnmilben bis in die mittleren Rebenbereiche durchwandern.

Zum Ausbringungszeitpunkt (10 Wochen vor der Ernte) zwischen drei bis sechs Spinnmilben/Blatt lag der Index zwischen 0,5 und 0,6, wobei die Schadschwelle bereits überschritten wurde (Schadschwellenmodell nach WEIHRAUCH 2005). *A. andersoni* ist besser geeignet, *T. urticae* auf niedrigem Level zu halten als diese bei starkem Auftreten reduzieren zu können (STRONG & CROFT 1995). Nach deren Auffassung können 5-10 Spinnmilben/Blatt zu einem späteren Zeitpunkt zu Schäden führen, wenn an dieser Schwelle keine Antagonisten vorhanden sind. Zehn Wochen vor der Ernte ist ein solcher Befall durchaus eine ernst zu nehmende Gefahr für die Erntequalität. Dementsprechend hätte der Einsatz wesentlich früher, vor dem Erreichen der 5 Spinnmilben/Blatt erfolgen müssen. Die Raubmilben waren zum eingesetzten Zeitpunkt nicht mehr in der Lage die Spinnmilbenpopulation zu dezimieren. Hinsichtlich des Ertrages nahmen die Spinnmilben in den Jahren 2013 und 2014 keinen Einfluss auf den Ertrag, selbst am Standort Oberulrain nicht. Der verringerte Ertrag der Kontrolle in Oberulrain ist eher auf unterschiedliche Bodenverhältnisse zurückzuführen, da die Spinnmilbenzahlen geringer als in den Nützlingsvarianten ausfielen, dort allerdings keine Ertragseinbußen zu verzeichnen waren. Nach WEIHRAUCH (2005) tritt in der Regel erst ab einem Befall von 90 Spinnmilben/Blatt zur Ernte ein wirtschaftlicher Schaden auf, der sich in Oberulrain vor allem in der Doldenqualität niederschlug. Die Versuche werden 2015 weitergeführt.

Nach zwei Vegetationsjahren ist es erfreulicherweise nun auch gelungen, Rohrschwengel und die anderen Untersaaten zu etablieren, sodass im Frühjahr 2015 erstmalig eine Beprobung der Einsaaten stattfinden kann.

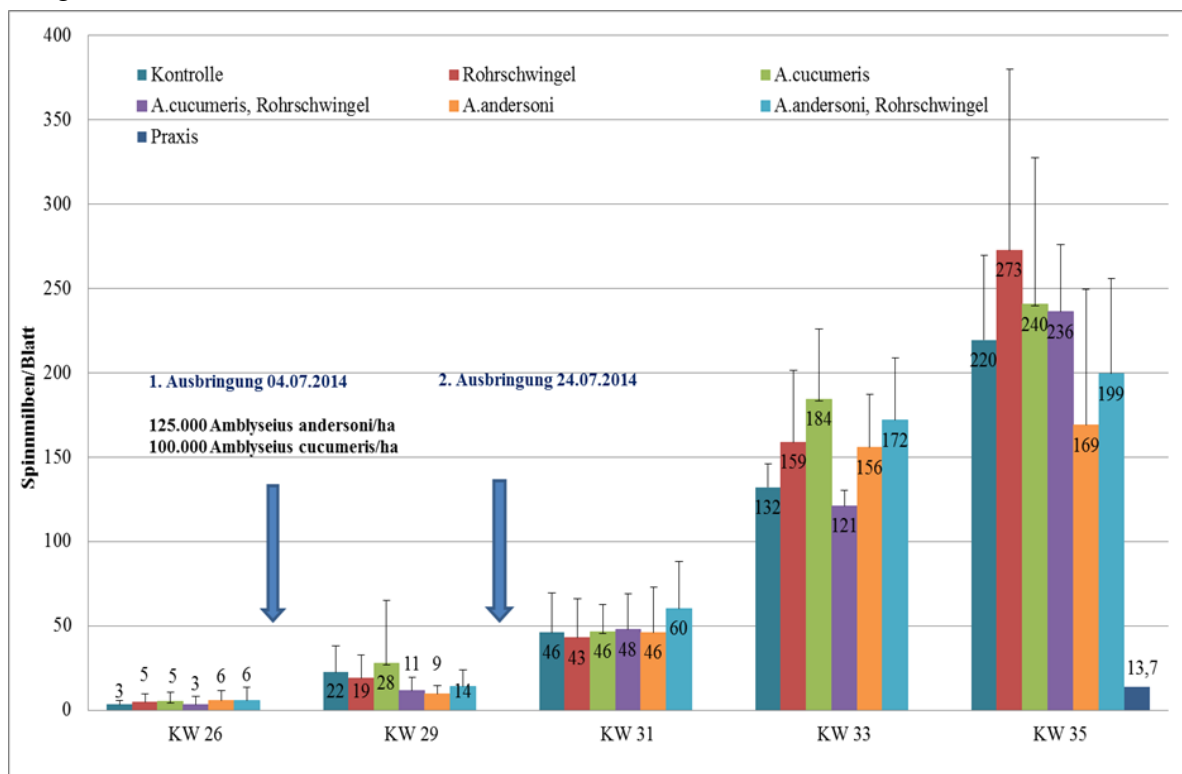


Abb. 6.2: Populationsverlauf 2014, Standort Oberulrain, Spinnmilben/Blatt $n=120$, Sorte Perle, Varianten: Kontrolle; Rohrschwinge; *A. cucumeris*-Rohrschwengel; *A. cucumeris*; *A. andersoni*; *A. andersoni*-Rohrschwengel; Praxis. ANOVA $P=0,0006$, signifikanter Unterschied

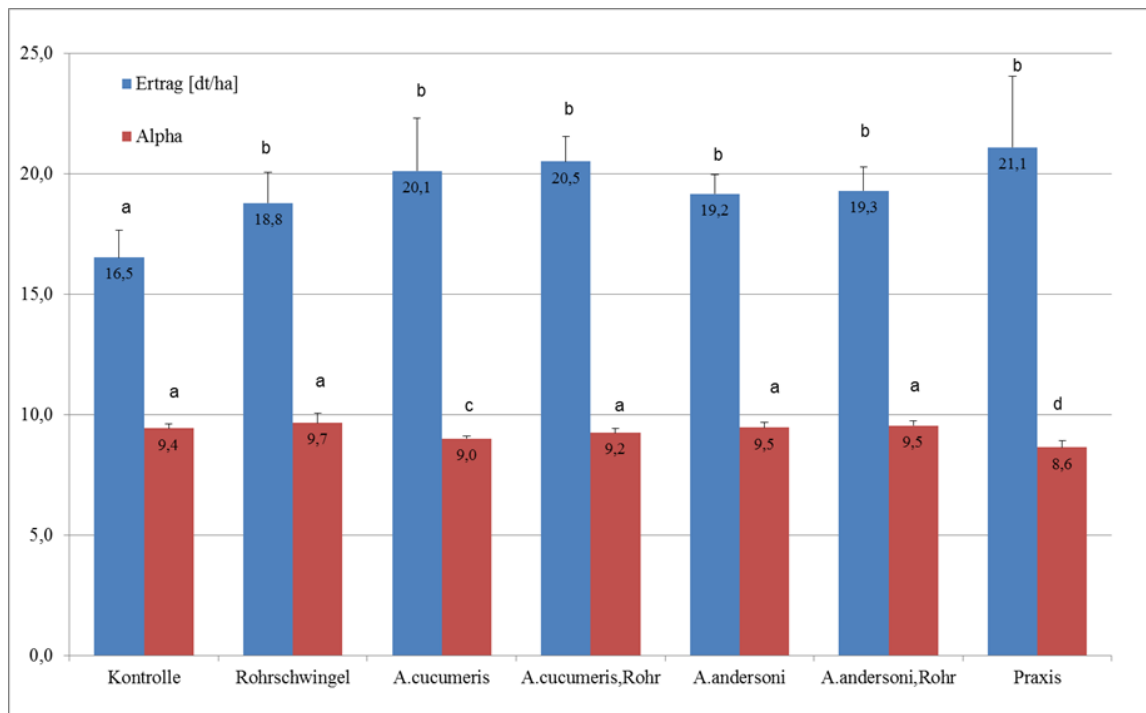


Abb. 6.3: Ertrag [dt/ha] und Alphasäuren- Gehalt [%], Standort Oberulrain, Sorte Perle, Ernte 04.09.2014, n=4 ANOVA Ertrag $P=0,05$ signifikante Unterschiede; ANOVA Alpaha $P=0,005$ signifikante Unterschiede

Förderhinweis

Dieses Forschungsvorhaben wird von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) gefördert (Förderkennzeichen: 2812N014).

Literatur

- AGUILAR- FENOLLOSA, E., PASCUAL -RUIZ, S., HURTADO A. M., JACAS J.A. 2011a. Efficacy and economics of ground cover management as a conservation biological control strategy against *Tetranychus urticae* in Clementine mandarin orchards. *Crop Protection* 30: 1328-1333
- AGUILAR- FENOLLOSA, E., IBANEZ-GUAL, M.V., PASCUAL -RUIZ, S., HURTADO, M., JACAS, J.A. 2011b. Effect of ground-cover management on spider mites and their phytoseiid natural enemies in clementine mandarin orchards (I): Bottom- up regulation mechanism. *Biological Control* 59: 158-170
- AGUILAR- FENOLLOSA, E., IBANEZ-GUAL, M.V., PASCUAL -RUIZ, S., HURTADO, M., JACAS, J.A. 2011c. Effect of ground-cover management on spider mites and their phytoseiid natural enemies in clementine mandarin orchards (II): Top- down regulation mechanism. *Biological Control* 59: 171-179
- ENGEL, R. 1991. Der Einfluss von Ersatznahrung, Wirtspflanze und Mikroklima auf das System *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari, Phytoseiidae)-*Panonychus ulmi* Koch (Acari, Tetranychidae) im Weinbau. Dissertation, Institut für Phytomedizin der Universität Hohenheim.
- SCHWEIZER, C. 1992. Einfluss von Unkraut auf Spinnmilben in Hopfenkulturen. *Landwirtschaft Schweiz* 5: 597-599
- STRONG, W B., CROFT B.A. 1995. Inoculative Release of Phytoseiid Mites (Acarina: Phytoseiidae) into the Rapidly Expanding Canopy of Hops for Control of *Tetranychus urticae* (Acarina Tetranychidae). *Environmental Entomology* 24: 446-453
- WEIHRACH, F. 1996. Beeinflussung von Spinnmilbenpopulationen am Hopfen durch Untersaaten und Insektenleim-Barrieren. In: Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Hüll, Jahresbericht 1996: 92-95
- WEIHRACH, F., 2005. Evaluation of a damage threshold for two-spotted spider mites, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), in hop culture. *Annals of Applied Biology* 146: 501-509
- WEIHRACH, F. 2007. Einsatz von Raubmilben zur Spinnmilbenkontrolle in Hopfengärten. In: Bayerische Landesanstalt, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Freising, Jahresbericht 2007: 68-71

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 bisher das einzige stärkere Auftreten der Art in den Jahren 1969/1970 und in geringerem Umfange 1981/1982 statt. Nachdem 2012 wieder vermehrt Meldungen über Befall der Pflanzen mit Raupen dieses Schädlings eingegangen waren – zunächst minierende Jungraupen in den jungen Hopfenrieben, später Befall der Wurzeln mit größeren Raupenstadien – wurde 2013 und 2014 verstärkter Befall mit der Markeule registriert, was in Einzelfällen auch zu signifikanten wirtschaftlichen Schäden führte. Um mehr über die Biologie, das Auftreten und das Flugverhalten des Nachtfalters im Hopfen zu erfahren, wurde 2014 der Falterflug im zweiten Jahr mittels Lichtfalle erfasst.

Material und Methoden

Am Rand eines Hopfengartens bei Steinbach (Lkr. KEH), in dem 2013 partiell ein Befall an über 50 % der Pflanzen registriert werden konnte, wurde im selben Jahr Anfang August erstmals eine Lichtfalle mit Schwarzlichtröhre und Dämmerungsschalter in zwei Meter Höhe installiert. Im Jahr 2014 wurde die Lichtfalle bereits ab dem 25. Juni im Feld exponiert. Der Fangbehälter wurde täglich geleert. Alle gefangenen Imagines der Markeule wurden anschließend bestimmt und ausgezählt.

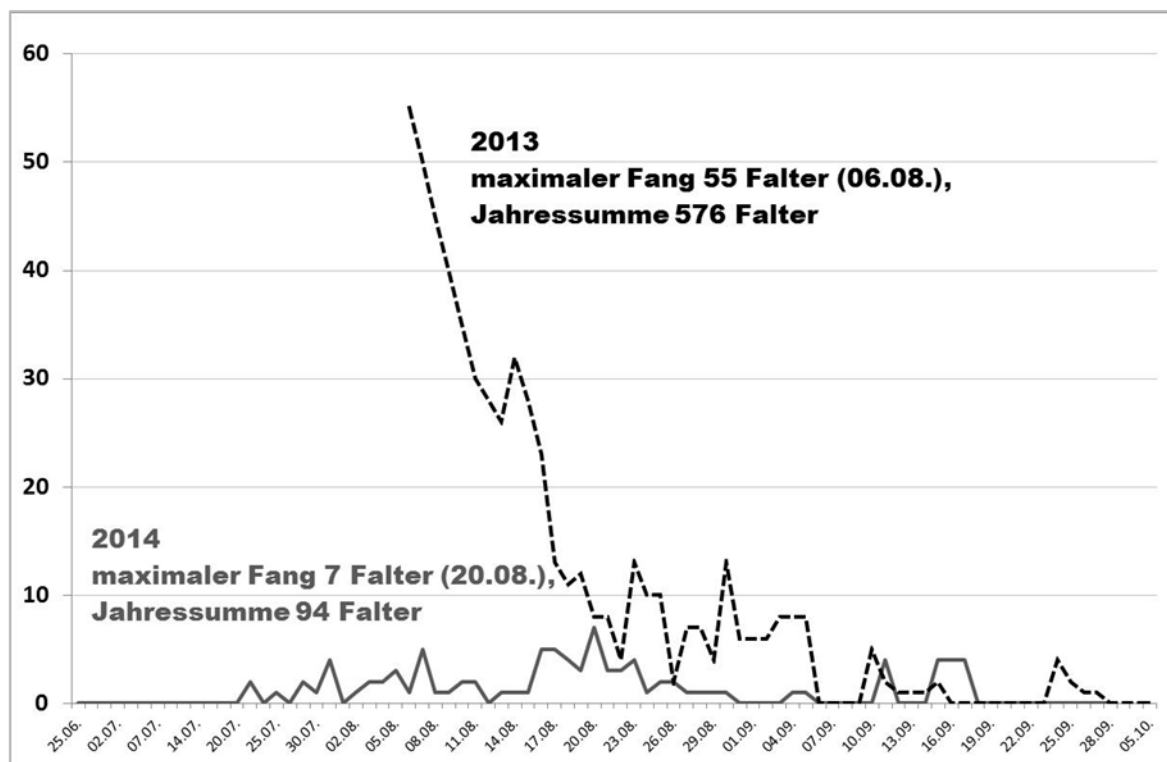


Abb. 6.4: Flugkurve der Markeule *Hydraecia micacea* bei Steinbach den Jahren 2013 und 2014 anhand der Anzahl gefangener Imagines in der Lichtfalle

Ergebnis

Nach einer kurzfristigen Entscheidung 2013 wurde mit dem Fang erst Anfang August begonnen. Wie die Kurve in Abb. 6.4 belegt, wurde in diesem Jahr 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 Folgejahr 2014 wurde Dank des frühen Versuchsstarts der tatsächliche Flugbeginn am 20. Juli registriert. Die Flugzeit erstreckte sich dann in beiden Jahren bis Ende September. Die Ergebnisse deuten also darauf hin, dass die Flugzeit der Markeule und damit die für den Befall im Folgejahr essentielle Eiablagezeit sich in der Hallertau von Mitte Juli bis Anfang Oktober hinziehen kann und im August ihren Höhepunkt erreicht. Die Untersuchungen werden 2015 fortgesetzt.

6.4 Welche Erdflöh-Arten befallen den Hopfen?

Im Rahmen eines mehrjährigen Projekts zum Einfluss von Blattlausbefall auf Ertrag und Qualität des Hopfens (vgl. WEIHRAUCH et al. 2012) wurden ab Beginn der Ausdoldung kontinuierlich Muster von je 100 frischen Hopfendolden aus den Versuchspartzen in eine modifizierte Berlese-Apparatur gegeben, um dadurch die Anzahl der in den Dolden sitzenden Blattläuse bestimmen zu können. Als Beifang wurden während dieser Extraktion aller Arthropoden durch Hitze u.a. auch die Erdflöhe in den Dolden erfasst. Die kürzlich erfolgte Bestimmung der 40 in den Jahren 2008 bis 2012 in den Dolden gefangenen Tiere von 15 verschiedenen Standorten ergab, dass darunter drei Erdflöhe (7,5 %) der Art *Chaetocnema concinna* Marsham, 1802, der im Deutschen manchmal als Nordeuropäischer Rüben-Erdflöh bezeichnet wird (Tab. 6.5). Die restlichen 37 Tiere waren Individuen des eigentlichen Hopfen-Erdflöhs *Psylliodes attenuatus* (Koch, 1803).

Es ist also davon auszugehen, dass zumindest beim sommerlichen Blüten- und Doldenbefall des Hopfens nicht nur der Hopfen-Erdflöh *P. attenuatus*, sondern mit 5-10 % der Individuen auch *C. concinna* beteiligt ist.

Tab. 6.5: Identität von Erdflöh-Beifängen aus Doldenproben der Jahre 2008 bis 2012 von verschiedenen Standorten in der Hallertau.

Erdflöh-Art	Datum	Anzahl	Ort	Sorte
<i>Psylliodes attenuatus</i>	04.08.2008	1	Schweinbach	HM
<i>Psylliodes attenuatus</i>	12.08.2008	1	Grünberg	HT
<i>Psylliodes attenuatus</i>	18.08.2008	1	Hüll	SE
<i>Psylliodes attenuatus</i>	20.08.2008	1	Parleiten	SE
<i>Psylliodes attenuatus</i>	03.09.2008	2	Oberempfenbach	HM
<i>Psylliodes attenuatus</i>	03.08.2009	1	Buch	SE
<i>Psylliodes attenuatus</i>	03.08.2009	4	Oberempfenbach	HM
<i>Psylliodes attenuatus</i>	03.08.2009	3	Oberempfenbach	HS
<i>Psylliodes attenuatus</i>	03.08.2009	1	Untermantelkirchen	HT
<i>Psylliodes attenuatus</i>	04.08.2009	1	Nötting	SE
<i>Psylliodes attenuatus</i>	06.08.2009	1	Grünberg	HT
<i>Psylliodes attenuatus</i>	13.08.2009	1	Rohrbach	HM
<i>Psylliodes attenuatus</i>	02.08.2010	1	Martinszell	HM

Erdfluh-Art	Datum	Anzahl	Ort	Sorte
<i>Psylliodes attenuatus</i>	03.08.2010	2	Oberempfenbach	HS
<i>Psylliodes attenuatus</i>	17.08.2010	1	Oberempfenbach	HM
<i>Psylliodes attenuatus</i>	17.08.2010	1	Schweinbach	HM
<i>Chaetocnema concinna</i>	30.08.2010	1	Eng'-münster	HM
<i>Chaetocnema concinna</i>	02.09.2010	1	Grünberg	HT
<i>Chaetocnema concinna</i>	01.08.2011	1	Schrittenlohe	diverse
<i>Psylliodes attenuatus</i>	01.08.2011	1	Oberempfenbach	HM
<i>Psylliodes attenuatus</i>	01.08.2011	3	Hüll	HM
<i>Psylliodes attenuatus</i>	01.08.2011	1	Schrittenlohe	diverse
<i>Psylliodes attenuatus</i>	01.08.2011	3	Oberulrain	PE
<i>Psylliodes attenuatus</i>	16.09.2011	1	Kirchdorf	HS
<i>Psylliodes attenuatus</i>	03.09.2012	5	Haushausen	HT

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. 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 Bitterpotential 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 auch nach den alpha-Säuregehalten bezahlt. Die Abb. 7.1 zeigt die Wirkung von Hopfen im Bier.

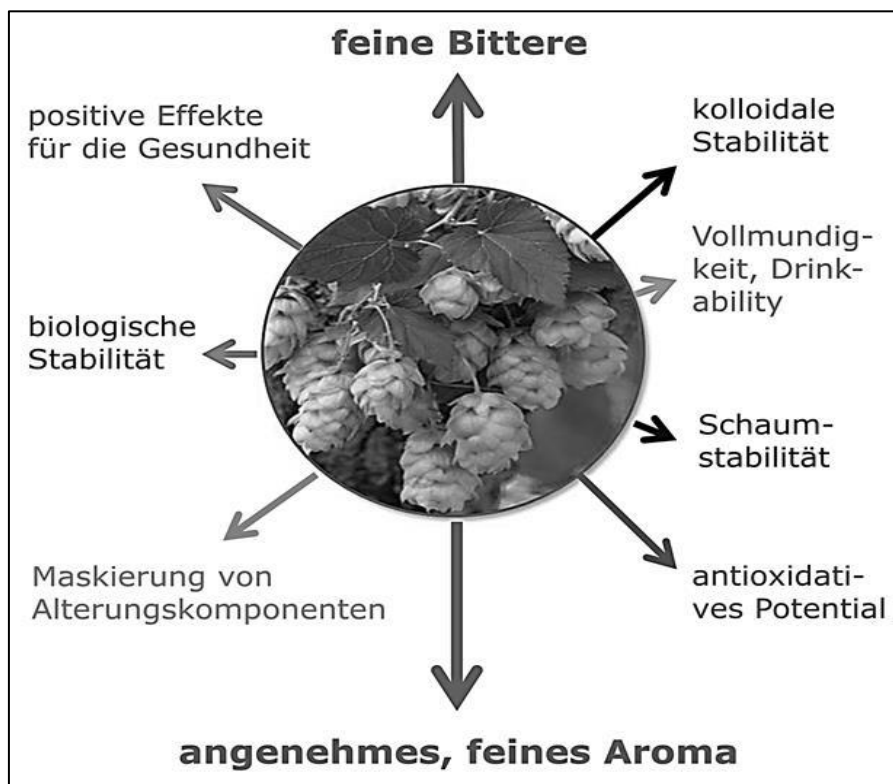


Abb. 7.1: Wirkung von Hopfen im Bier

Da die Craft Brewer Szene vor allem in Amerika immer stärker anwächst, hat sich auch das Interesse an den Inhaltsstoffen geändert. Dieser Trend ist inzwischen auch nach Europa und Deutschland übergeschwappt. Alle großen Brauereien betreiben mittlerweile Craft-Brauereien. Bei dieser Art des Bierbrauens wird der Hopfen zum fertigen Bier im Lager-tank hinzugegeben (Kalthopfung, dry hopping). Dabei wirkt der im Bier enthaltene Alkohol (etwa 5 %) als Lösungsvermittler und die Löslichkeiten der Hopfenaromastoffe sind etwas größer als in reinem Wasser. Die alpha-Säuren werden kaum gelöst, da sie nicht isomerisiert werden. Vor allem die niedermolekularen Ester und die Terpenalkohole werden jedoch 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. Über den Eintrag von Pflanzenschutzmittel gibt es auch noch keine gesicherten Erkenntnisse.

Die Craft Brewer 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, Atherosklerose 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 Prof. 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.: 7.2).

Abb.: 7.2: 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 Brewer 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 Brewer 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. 7.3).

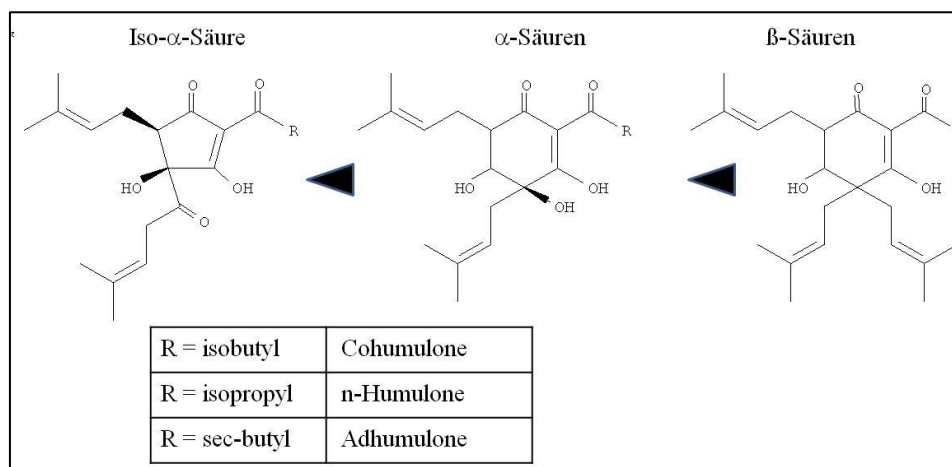


Abb. 7.3: Reihenfolge der antimikrobiellen Aktivität von Iso- α -Säuren, α -Säuren und β -Säuren

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 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 wird bereits sehr erfolgreich Formalin durch β -Säuren ersetzt.

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 Potentialen 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. 7.4 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.

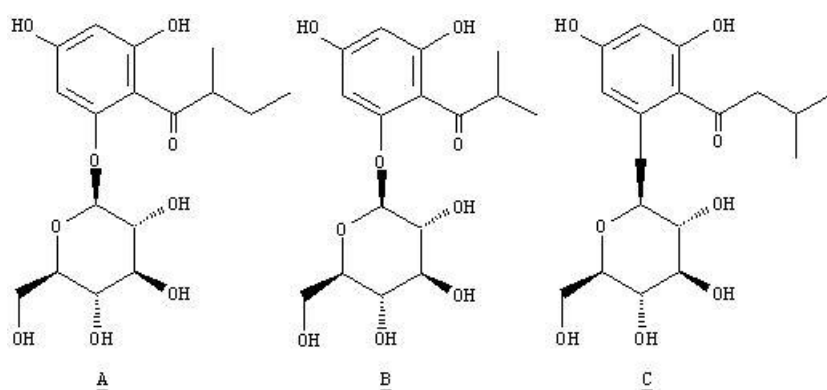


Abb. 7.4: Chemische Strukturen der Multifidole

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 Stoffe züchten.

7.3 Welthopfensortiment (Ernte 2013)

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 2013. Sie kann als Hilfsmittel dienen, um unbekannte Hopfensorten einem bestimmten Sortentyp zuzuordnen.

Tab. 7.1: Welthopfensortiment 2013

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	4117	1176	21	53	52	0	16	291	6	3	3	5	7	0	0	13,2	4,2	0,32	40,8	77,7
Agnus	1359	60	2	7	10	0	3	112	0	1	4	5	5	0	2	10,9	4,8	0,44	29,9	53,9
Ahil	3236	310	40	5	17	2	11	182	73	4	6	8	5	0	9	9,3	3,8	0,41	28,9	60,8
Alliance	1735	207	5	1	28	0	3	253	4	2	4	5	8	0	1	3,7	2,0	0,54	26,3	49,2
Alpharoma	1375	200	28	5	9	0	7	291	9	4	4	6	8	0	0	5,8	2,4	0,41	25,5	54,8
Apolon	4187	130	41	11	34	0	7	211	104	7	6	10	7	0	10	6,9	3,4	0,49	20,8	49,5
Aquila	2964	87	7	123	21	32	3	27	0	3	45	48	3	66	5	5,8	3,2	0,55	50,1	72,1
Aromat	3799	3	7	4	38	0	4	250	60	7	3	5	7	0	3	2,5	2,7	1,10	18,9	44,1
Atlas	3378	640	31	10	23	0	9	188	76	6	7	11	6	0	14	7,7	3,3	0,43	36,1	68,4
Aurora	4088	280	11	51	54	0	14	210	34	16	3	5	6	0	0	7,6	3,5	0,45	24,6	50,7
Backa	2783	573	17	28	37	0	6	242	14	3	0	5	7	0	0	8,0	4,4	0,55	41,6	61,8
Belgisch Spalter	2354	273	10	13	34	12	10	158	0	2	29	32	4	38	0	3,3	2,1	0,65	16,0	40,3
Blisk	2553	344	36	8	29	0	7	223	62	6	5	9	7	0	11	6,8	3,3	0,49	32,2	58,7
Bobek	4857	232	22	104	64	0	14	218	35	25	4	6	6	0	4	4,5	5,1	1,14	26,0	45,3
Bor	2227	211	6	65	11	0	4	269	0	2	3	4	6	0	3	6,9	3,1	0,45	22,9	51,7
Bramling Cross	3035	193	29	15	49	0	19	266	0	5	9	5	9	0	0	3,7	3,9	1,07	45,2	54,0
Braustern	1802	203	4	45	10	0	4	228	0	1	2	3	7	0	1	5,1	2,7	0,53	26,6	51,2
Brewers Gold	1658	321	17	18	18	0	6	170	0	6	6	8	6	0	9	7,0	4,0	0,57	38,7	65,5
Brewers Stand	8269	952	61	64	64	34	17	31	6	6	71	81	41	109	12	9,2	3,6	0,39	20,8	46,6
Buket	2478	294	7	78	34	0	5	195	18	2	3	5	6	0	2	8,1	4,5	0,55	22,5	49,9
Bullion	1670	251	17	28	17	0	3	157	0	1	5	7	5	0	2	6,9	4,2	0,60	43,1	67,7
Cascade	3946	240	35	11	24	0	5	228	26	14	17	20	7	0	6	4,5	4,5	1,02	35,6	51,7
Chang bei 1	2102	9	5	4	38	0	5	198	13	6	18	19	6	21	2	2,6	3,6	1,42	21,5	41,7
Chang bei 2	2494	3	3	3	44	0	7	199	16	6	16	17	6	19	2	2,4	3,7	1,56	21,3	42,6

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
College Cluster	1422	207	20	16	13	0	4	173	0	1	6	7	5	0	2	5,5	1,5	0,28	25,0	39,2
Columbus	2345	154	19	14	11	0	10	147	0	8	10	15	14	17	2	12,9	4,7	0,36	37,0	59,1
Crystal	1687	80	20	15	41	39	9	190	0	17	34	36	6	41	1	2,1	5,1	2,49	6,8	36,8
Density	3315	252	10	9	59	0	12	241	0	11	7	5	10	0	0	3,2	3,4	1,05	46,7	56,5
Early Choice	2653	154	3	19	12	0	7	227	0	1	37	41	5	0	1	1,6	1,0	0,60	25,8	43,4
Eastwell Golding	1607	154	9	5	24	0	7	268	0	3	3	5	7	0	1	3,7	1,9	0,51	26,6	51,9
Emerald	1163	81	9	11	8	0	3	272	0	2	2	4	6	0	2	6,3	5,0	0,79	28,8	49,8
Eroica	3092	653	80	188	6	0	10	179	0	9	9	10	5	0	0	11,1	6,4	0,58	43,1	64,4
Estera	2617	293	14	8	37	0	10	259	16	2	10	12	6	0	2	3,9	2,2	0,56	26,5	49,9
First Gold	2962	669	8	18	41	3	11	251	7	5	104	111	7	0	2	6,4	2,6	0,41	28,8	57,9
Fuggle	2455	230	6	5	35	0	7	239	17	11	3	6	7	0	1	3,7	1,8	0,48	28,8	48,5
Galena	2830	499	52	182	5	0	13	192	0	7	7	11	6	0	0	10,2	7,5	0,73	40,5	61,5
Ging Dao Do Hua	1800	632	11	2	23	0	8	249	0	3	58	60	18	0	6	3,6	2,9	0,80	46,6	62,5
Glacier	2725	55	13	2	42	0	9	274	0	3	3	6	7	0	2	3,7	6,5	1,74	12,6	40,9
Golden Star	1931	706	11	0	21	0	5	260	0	29	56	59	19	0	6	3,8	3,3	0,88	48,9	61,8
Granit	2139	241	11	22	9	0	9	174	0	4	6	8	4	0	2	5,9	3,3	0,55	25,7	50,8
Green Bullet	1638	39	29	7	17	0	6	269	0	6	5	4	7	0	0	6,8	4,2	0,62	36,4	60,9
Hall. Taurus	4848	148	29	33	55	0	6	224	0	3	63	69	6	0	2	16,8	4,7	0,28	20,5	46,7
Hall. Tradition	2265	268	32	2	54	0	17	300	0	6	4	6	8	0	3	5,7	3,1	0,54	28,9	51,1
Hallertau Blanc	10659	693	180	9	72	0	25	36	0	23	729	755	13	0	9	7,6	4,2	0,56	23,1	38,5
Hallertauer Gold	2934	232	50	7	44	0	11	287	0	5	3	6	7	0	2	5,9	4,7	0,80	22,6	44,7
Hallertauer Magnum	2681	203	49	23	9	1	6	270	0	3	2	4	5	0	1	15,0	6,6	0,44	25,9	50,8
Hallertauer Merkur	2130	268	23	11	28	0	4	267	0	2	4	4	6	0	1	12,7	4,5	0,35	18,7	46,4
Hallertauer Mfr.	2044	99	4	1	47	0	5	263	0	7	2	4	8	0	3	2,8	2,4	0,84	18,4	37,1
Harmony	2247	70	6	12	31	0	6	223	0	2	74	79	6	0	1	4,8	4,3	0,90	20,5	50,4
Herald	3338	740	9	153	19	0	9	127	0	4	14	16	3	0	3	10,5	3,4	0,33	34,9	75,0

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
Herkules	3193	348	63	112	10	0	6	262	0	18	3	4	7	0	3	17,1	4,8	0,28	35,1	52,5
Hersbrucker Pure	3706	202	12	19	45	17	13	184	0	12	25	25	6	36	0	2,9	1,7	0,57	20,8	40,5
Hersbrucker Spät	2685	111	16	6	72	60	9	171	0	7	54	54	6	56	0	2,0	4,7	2,32	14,4	32,9
Huell Melon	10135	1525	34	120	37	4	27	54	128	47	358	378	16	91	18	6,6	8,8	1,34	29,3	48,3
Hüller Anfang	1633	120	8	5	33	0	2	270	0	4	3	5	8	1	0	2,6	2,7	1,04	13,8	39,4
Hüller Aroma	1995	148	13	7	41	0	7	282	0	3	5	7	8	0	2	3,2	2,7	0,86	29,7	50,4
Hüller Bitter	2139	225	53	3	27	15	12	157	0	4	46	54	32	77	3	6,0	4,3	0,73	27,8	48,9
Hüller Fortschritt	2569	66	11	1	38	0	12	296	0	9	4	6	7	0	0	2,1	2,7	1,30	26,0	43,0
Hüller Start	1492	47	2	2	17	0	6	273	0	14	4	5	9	0	1	1,9	2,5	1,34	16,0	41,2
Kazbek	1507	196	19	29	12	0	3	163	0	4	6	8	5	0	2	4,2	4,4	1,06	40,5	62,2
Kirin 1	967	323	10	8	16	0	8	274	0	3	52	54	15	0	4	4,6	3,8	0,83	50,7	62,2
Kirin 2	1154	491	11	2	17	0	11	279	0	4	59	60	18	0	6	4,8	3,9	0,81	50,2	60,8
Kitamidori	694	12	8	13	4	0	10	309	8	2	3	5	7	0	2	8,1	3,9	0,48	23,3	44,7
Kumir	1991	165	5	28	28	0	7	266	7	2	3	4	6	0	1	9,4	4,1	0,43	21,2	47,4
Late Cluster	9044	896	61	85	67	38	12	30	10	34	65	78	41	96	14	8,0	3,9	0,49	24,0	43,2
Lubelski	4769	3	16	3	48	0	17	267	60	7	3	7	6	0	3	4,0	3,1	0,77	19,7	43,0
Mandarina Bavaria	6124	366	36	44	26	0	9	241	9	21	68	108	9	0	14	8,8	6,8	0,77	31,4	50,9
Marynka	3009	337	5	69	17	0	5	120	127	3	5	8	4	1	5	9,0	2,8	0,31	18,3	47,5
Mt. Hood	702	85	18	3	15	0	4	225	0	11	4	5	8	0	2	3,1	4,6	1,46	23,6	42,2
Neoplanta	1351	166	7	26	7	0	4	196	13	9	2	4	6	0	1	7,1	3,0	0,42	32,2	64,5
Neptun	2349	180	52	9	31	0	2	185	0	10	3	4	6	1	1	13,4	4,1	0,30	20,6	39,6
Northern Brewer	2212	209	4	42	12	0	3	194	0	2	2	3	5	0	1	6,3	3,3	0,53	26,8	48,8
Nugget	1483	122	7	19	18	0	4	174	0	3	9	10	4	0	1	9,9	4,1	0,41	28,8	52,8
NZ Hallertauer	2887	160	8	16	36	5	16	204	12	6	24	27	6	33	2	3,0	5,1	1,73	45,1	55,3
Olympic	1354	100	5	18	15	0	9	182	0	2	8	9	4	0	1	11,0	4,4	0,41	28,5	53,1
Opal	2771	160	19	19	54	0	9	202	0	4	9	9	6	0	2	4,7	3,2	0,67	11,9	35,9

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
Orion	1341	146	11	6	22	0	7	177	0	2	2	3	5	0	0	7,3	4,2	0,58	29,7	53,0
Outeniqua	630	8	7	0	6	0	10	251	0	9	51	59	7	0	0	9,7	4,6	0,48	24,6	49,2
Perle	1426	123	5	24	8	0	4	222	0	1	2	3	6	0	1	7,2	3,5	0,49	30,3	57,6
Phoenix	1752	261	3	15	12	0	5	244	7	10	43	49	5	0	2	9,8	2,7	0,28	20,2	48,8
Pilgrim	4369	656	8	145	19	0	9	200	0	22	44	48	4	0	6	6,6	3,4	0,51	38,5	59,1
Pioneer	1822	399	4	152	11	0	4	135	0	2	17	19	4	0	5	10,1	3,1	0,31	32,8	73,9
Polaris	2064	141	20	136	6	0	4	184	0	10	2	4	6	0	1	17,9	4,1	0,23	24,2	42,9
Premiant	2199	158	7	20	33	0	10	267	6	2	3	5	6	0	1	9,1	3,8	0,41	20,1	47,7
Pride of Kent	2086	108	13	3	47	0	9	289	0	3	4	5	7	0	0	4,2	2,0	0,47	28,7	56,3
Progress	9487	1035	66	83	75	43	18	28	0	58	72	87	44	112	12	8,7	3,4	0,40	21,0	45,4
Rubin	2410	246	34	20	16	0	7	216	0	3	72	78	8	0	4	9,2	2,9	0,31	30,7	61,4
Saazer	3116	2	10	4	32	0	7	255	42	15	3	6	7	0	4	2,5	2,4	0,98	23,5	40,5
Saphir	2488	42	4	15	28	7	8	142	0	8	13	14	4	18	3	1,7	3,2	1,89	12,0	43,3
Sladek	1832	171	4	23	30	0	4	258	4	2	3	4	6	0	1	8,3	3,2	0,39	20,1	48,0
Smaragd	2113	46	20	8	51	0	12	274	0	6	5	11	7	0	4	3,0	4,3	1,43	9,2	38,3
Southern Promise	295	16	5	7	2	0	7	230	0	3	13	17	6	23	0	8,0	4,0	0,50	29,5	59,1
Southern Star	558	36	10	3	4	0	17	297	8	6	4	7	9	0	0	8,0	4,2	0,53	31,6	58,7
Spalter	4716	3	14	5	56	0	7	247	58	9	3	7	7	0	10	3,0	2,9	0,98	23,6	43,6
Spalter Select	5959	160	28	5	108	30	21	201	70	8	30	37	6	44	3	2,6	2,8	1,06	22,0	44,8
Sterling	1081	81	6	14	14	0	6	181	0	2	8	9	5	0	0	10,2	3,9	0,38	26,8	51,1
Strisselspalter	1384	74	20	8	34	37	8	213	0	4	29	31	6	36	2	2,2	4,5	2,08	15,4	34,4
Super Alpha	1844	213	38	9	30	0	3	272	0	4	5	7	7	0	3	5,7	4,3	0,75	34,5	56,5
Talisman	1867	214	5	53	13	6	4	218	0	2	3	4	6	0	1	7,4	3,6	0,49	26,9	54,7
Tettnanger	4471	5	13	4	49	0	13	258	63	8	4	6	9	0	8	2,4	2,4	1,02	25,4	42,7
Vital	2868	186	10	30	32	1	8	7	12	3	61	65	2	0	3	14,1	7,1	0,50	24,4	46,4
Vojvodina	2967	287	8	31	18	0	10	224	5	13	2	4	6	0	4	4,7	2,4	0,51	29,8	56,2

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
WFG	4224	7	18	2	50	0	11	260	44	7	4	7	8	0	5	3,8	2,9	0,77	17,9	42,0
Willamette	1201	160	3	5	21	1	4	250	13	12	2	5	7	0	0	2,9	3,2	1,11	35,1	54,2
Wye Challenger	3372	597	12	26	37	13	11	235	7	5	46	53	6	0	0	4,2	3,8	0,91	26,7	45,9
Wye Northdown	2371	240	9	38	19	2	6	199	0	8	6	8	7	7	1	6,9	3,4	0,49	25,1	53,1
Wye Target	2820	365	13	24	37	0	6	146	0	21	6	9	9	9	1	10,4	4,3	0,42	34,9	66,0
Wye Viking	4105	232	14	63	32	0	4	170	86	4	22	25	5	0	3	7,9	3,6	0,46	22,0	49,4
Yeoman	2483	560	29	36	13	0	7	194	0	2	32	39	5	0	2	11,7	3,9	0,33	27,9	52,9
Zatecki	3059	244	6	13	45	0	17	275	19	3	4	7	7	0	1	1,8	1,8	0,99	22,4	51,4
Zenith	2610	170	10	21	38	0	10	251	0	3	71	79	6	0	1	5,5	2,5	0,46	23,9	59,6
Zeus	2706	164	19	13	10	0	8	152	0	10	11	14	14	16	1	12,9	4,7	0,36	36,6	58,0
Zitic	1992	20	5	17	15	0	5	268	3	3	3	5	6	0	4	4,2	3,4	0,81	22,4	47,2

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

Sub. 14b = Methyl-isoheptanoat, Sub. 15 = trans-(β)-Ocimen

7.4 Aufstellung und Inbetriebnahme des neuen Gaschromatographie-Massenspektrometer-Systems

Dank der großzügigen finanziellen Unterstützung der Gesellschaft für Hopfenforschung konnte für das Labor ein Gaschromatographie-Massenspektrometer angeschafft werden, das im April 2014 aufgestellt und in Betrieb genommen wurde. Die Abb. 7.5 zeigt das neue Gerät und von links nach rechts die Herren W. Sichelstiel (Koordinator des Hopfenforschungszentrums Hüll), Dr. K. Kammhuber (Leiter der Arbeitsgruppe IPZ 5d, Hopfenqualität und –analytik) sowie Dr. M. Möller (Vorstandsvorsitzender der Gesellschaft für Hopfenforschung).



Abb. 7.5: neues Gaschromatographie-Massenspektrometer-System

Mit diesem System ist das Hüller Labor nun auch in der Lage Aromastoffe zu identifizieren, damit können Hopfensorten viel tiefer und detaillierter beschrieben werden. Zunächst mussten optimale Trennbedingungen erarbeitet werden, dann wurde damit begonnen, Einzelsubstanzen bei allen gängigen Hopfensorten zu identifizieren. Tab. 7.2 zeigt die bisher identifizierten Substanzen.

Tab. 7.2: Mit dem GC-MS-System bestimmte Substanzen

Substanz	RT	Substanz	RT	Substanz	RT	Substanz	RT
4-Methyl-3-pentanon	10,01	Methylisoheptanoat	26,85	1-Heptanol	44,90	Isovaleransäure	59,73
2-Methyl-4-pentanon	10,41	2-Methyl-1-penten-3-ol	27,25	Methyl-6-methyl-octanoat	45,06	γ -Muurolen	60,48
3-Methyl-2-pentanon	10,83	trans- β -Ocimen	27,56	Essigsäure	45,19	Methyl-7,8-octadecadienoat	60,73
α -Pinen	10,96	Methyl-heptanoat	28,20	Ylangen	46,65	Viridifloren	60,85
α -Thujen	11,11	p-Cymen	29,31	Citronellal	46,80	Methyl-geraniat	60,90
2-Methyl-3-buten-2-ol	11,75	Essigsäure-hexylester	29,70	alpha-Copaen	47,30	2-Dodecanon 1	61,46
Propionsäure-2-methyl-propylester	12,31	β -Terpinol	30,25	Pelargonsäuremethylester	47,71	Valencen/Epizonaren ?	61,75
Campfen	12,79	2-Methylbutyl-2-methylbutyrat	30,36	2-Decanon	47,80	β -Selinen	62,36
Dimethyldisulfid	13,51	Oenanthsäure-methylester	31,18	S-Methyl-Heptanethioat	48,55	Zingiberen	62,46
Propionsäure-isobutylester	13,70	Amylisovalerat	31,84	2-Nonanol	49,50	α -Selinen	62,66
Isobutyl-isobutytrat	14,20	2-Octen-4-on	32,27	α -Gurjuen 1	49,90	α -Gurjuen 2	63,10
β -Pinen	14,76	Acetol	32,64	Benzaldehyd	49,90	Citral	63,15
Isobutanol	14,97	Prenylisobutytrat	33,64	Methyl-4-nonenoat	50,10	Geranylacetat	64,55
Isoamylacetat	16,27	3-Methyl-2-buten-1-ol	34,24	Isobuttersäure-octylester	51,20	β -Cadinen	64,58
3-Penten-2-on	17,15	int. Standard	35,28	Linalool	51,55	γ -Cadinen	64,69
S-Methyl-thiobutytrat	17,30	6-Methyl-5-hepten-2-on	35,67	2-Undecanon	51,70	3,7-Selinadien	64,90

Substanz	RT	Substanz	RT	Substanz	RT	Substanz	RT
Isobuttersäure-butylester	18,00	Methyl-6-Methylheptanoat	36,02	β -Citral	53,10	Citronellol	64,98
Myrcen	19,32	S-Methyl-hexanthioat 2	36,69	Isocaryophyllen	53,29	Curcumen	65,62
1-Hexen-3-ol	19,61	1-Hexanol	36,87	Isobuttersäure	53,31	α -Cadinen	66,74
α -Terpinen	20,28	Unbekannt	37,75	2-Methyl-3-Pentanol	53,41	Tridecanon	67,81
Buttersäure-2-methyl-isobutylester	20,50	Isocyclocitral	38,26	α -Bergamoten	53,99	Geranyl-isobutytrat	67,97
Hexansäure-methylester	21,55	Essigsäure-heptylester	38,65	β -Cubeben	54,26	Elixen	69,00
Propionsäure-()-methylbutylester	21,69	2-Nonanon	39,80	β -Caryophyllen	54,68	Calamenen	69,23
2,3-Dimethyl-3-buten-2-ol	21,84	Caprylsäuremethylester	39,96	Undecanon	54,92	Geraniol	70,10
Limonen	22,14	Nonanal	40,27	Aromadendren	55,28	3,6-Dodecadiensäure-methylester	73,36
2-Methylbutyl-isobutytrat	22,36	S-Butyl-hexanthioat	40,80	5,5-Dimethylfuranon	55,62	Tetradecanon	74,61
Prenal	23,08	Perrilen	42,33	4-Decensäuremethylester	56,64	α -Calacoren	74,70
2-Methylbutanol	23,61	Caprylsäure-ethylester	43,40	Methylgeranat	57,11	2-Pentadecanon	76,90
S-Methyl-thioisovalerat 1	24,33	Propionsäure-heptylester	43,80	Undecansäure-methylester	58,24	Heptansäure	77,50
S-Methyl-thioisovalerat 2	25,17	Isobuttersäure-heptylester	44,00	2-Dodecanon 2	58,46	Caryophyllenoxid 1	78,53
Pentylfuran	25,67	Pelargonsäure-methylester	44,25	Farnesen	59,10	β -Santalol	80,21
Hexansäure-ethylester	25,98	1-Octen-3-ol	44,64	Humulen	59,40	Humulen-2-epoxid	81,38
γ -Terpinen	26,58	α -Cubeben	44,80	4,7-Selinadien	59,60		

RT = Retentionszeit

Die Identität der Substanzen wurde durch Vergleich der Massenspektren mit der MS-Bibliothek ermittelt, wobei eine hundertprozentig sichere Identifikation nicht möglich ist.

7.5 Ringanalysen zur Ernte 2014

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 2014 hatte die Arbeitsgruppe IPZ 5d wieder die Aufgabe, Ringanalysen zu organisieren und auszuwerten, um die Qualität der α -Säureanalytik sicherzustellen.

Im Jahr 2014 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 2014 am 8. September und endete am 7. 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 Hörmannspurger (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 2014 wurden insgesamt 35 Proben analysiert.

Die Auswertungen wurden so schnell wie möglich an die einzelnen Laboratorien weitergegeben. Die Abb. 7.6 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. 1: HHA (09.09.2014)

Labor	KW		mittel	s	cvr
1	3,49	3,49	3,49	0,000	0,0
2	3,39	3,40	3,40	0,007	0,2
3	3,54	3,57	3,56	0,021	0,6
4	3,58	3,48	3,53	0,071	2,0
5	3,45	3,48	3,47	0,021	0,6
6	3,36	3,34	3,35	0,014	0,4
7	3,48	3,54	3,51	0,042	1,2

mean	3,47
sr	0,034
sL	0,070
sR	0,078
vkR	0,97
vkR	2,24
r	0,09
R	0,22
Min	3,34
Max	3,58

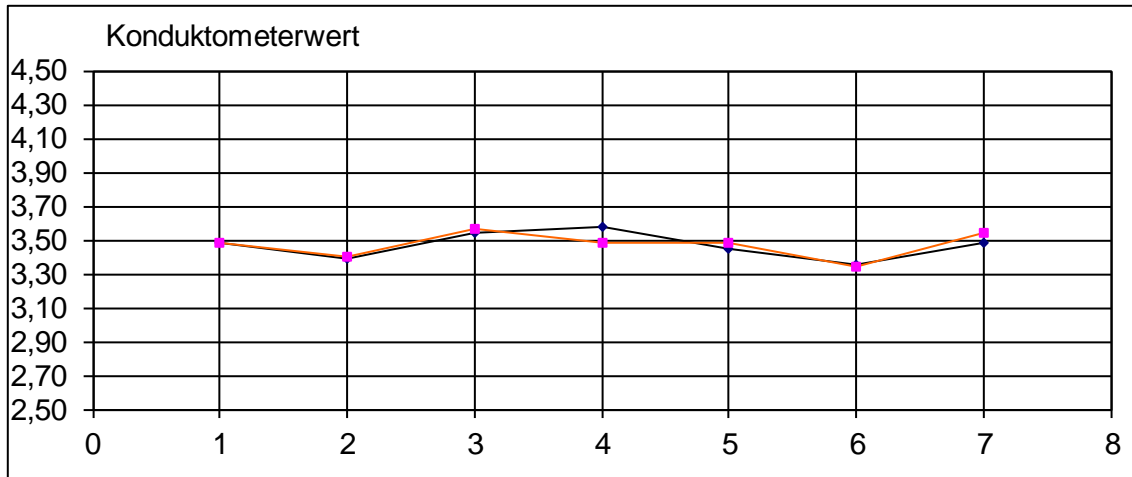


Abb. 7.6: Auswertung einer Ringanalyse

In der Tab. 7.3 sind die Ausreißer des Jahres 2014 zusammengestellt.

Tab. 7.3: Ausreißer des Jahres 2013

Probe	Cochran		Grubbs	
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$
31	0	0	0	5
Gesamt:	0	0	0	1

Seit dem Jahr 2013 gib es 5 alpha-Säurenklassen und neue Toleranzgrenzen. Die Tab. 7.4 zeigt die neue Einteilung und die Überschreitungen des Jahres 2014.

Tab. 7.4: aktualisierte alpha-Säurenklassen und Toleranzgrenzen sowie deren Überschreitungen im Jahr 2014

	< 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 2014	0	0	0	0	1

Im Jahr 2014 gab es eine Überschreitung der zugelassenen Toleranzgrenze bei einer Probe mit einem alpha-Säuregehalt größer 14 %.

In der Abb. 7.7 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.

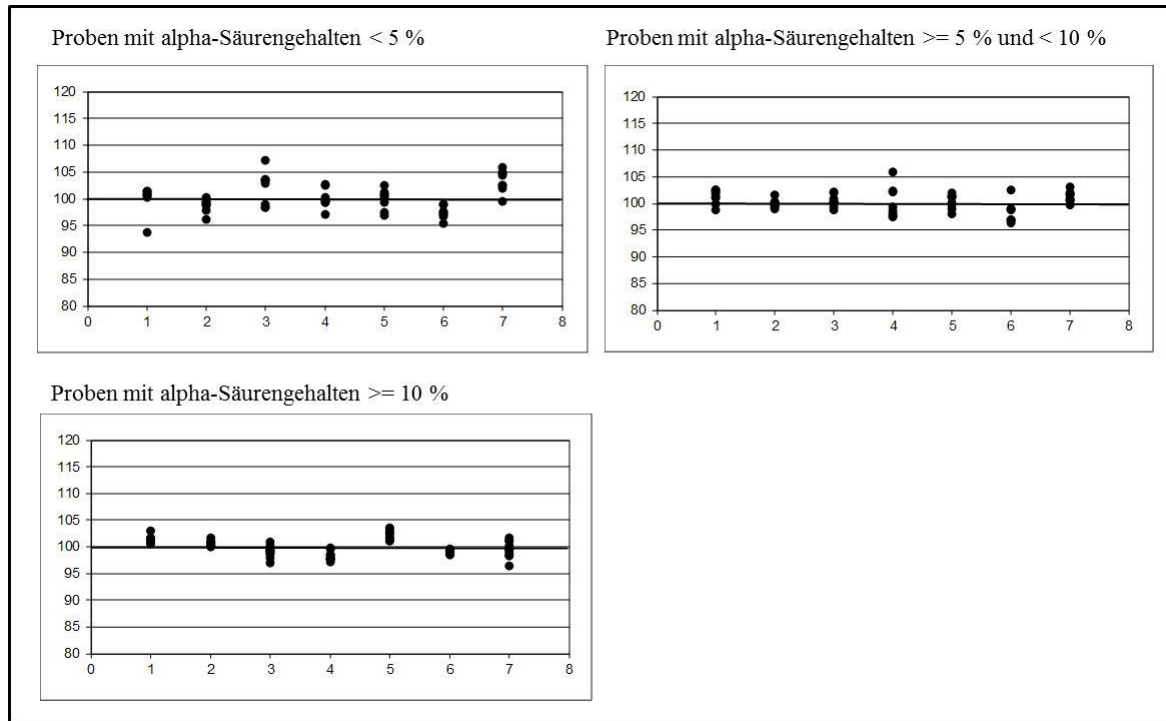


Abb. 7.7: Analysenergebnisse der Laboratorien relativ zum Mittelwert

Das Hüller Labor hat die Nummer 5.

7.5.1 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 Hopfenpflanzler- 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. 7.5) liegen. Die Tab. 7.5 zeigt die Ergebnisse des Jahres 2014. Seit dem Jahr 2005 wurden bisher alle Erstuntersuchungswerte bestätigt.

Tab. 7.5: Kontrolluntersuchungen des Jahres 2014

Proben- bezeichnung	Erstuntersuchungs- labor	Erstunter- suchung	Nachuntersuchung			Mittel- wert	Ergebnis bestätigt
			1	2	3		
KW 37 HHT	HHV Au	5,6	5,5	5,5	5,7	5,57	ja
KW 37 HPE	HHV Au	6,9	6,8	6,8	7,1	6,90	ja
KW 37 HNB	HHV Au	10,6	10,2	10,3	10,3	10,27	ja
KW 38 QK 1402 HNB	NATECO2 Wolnzach	8,0	8,5	8,7	8,7	8,63	ja
KW 38 QK 1408 HHM	NATECO2 Wolnzach	12,1	12,0	12,0	12,1	12,03	ja
KW 38 QK 1412 HTU	NATECO2 Wolnzach	15,4	15,4	15,4	15,6	15,47	ja
KW 39 HHP 25347	HVG Mainburg	8,2	8,3	8,5	8,6	8,47	ja
KW 39 HHT 26038	HVG Mainburg	6,1	6,1	6,3	6,3	6,23	ja
KW 39 HNB 25326	HVG Mainburg	9,5	9,7	10,0	10,0	9,90	ja
KW 40 HMR	HHV Au	13,4	13,1	13,3	13,4	13,27	ja
KW 40 HHM	HHV Au	11,4	11,2	11,2	11,5	11,30	ja
KW 40 HHS	HHV Au	17,9	17,2	17,3	17,6	17,37	ja
KW 41 QK 3182 HHS1	NATECO2 Wolnzach	17,7	17,9	18,1	18,3	18,10	ja
KW 41 QK 3184 HHS2	NATECO2 Wolnzach	19,5	19,5	19,7	19,8	19,67	ja
KW 41 QK 3185 HHS3	NATECO2 Wolnzach	16,5	16,3	16,6	16,7	16,53	ja
KW 42 HPE	HVG Mainburg	7,9	8,0	8,2	8,2	8,13	ja
KW 42 HHS	HVG Mainburg	19,0	18,9	19,3	19,5	19,23	ja
KW 42 HTU	HVG Mainburg	17,3	17,3	17,8	17,9	17,67	ja
KW 43 HPE	HHV Au	8,4	8,4	8,4	8,5	8,43	ja
KW 43 HPE	HHV Au	9,4	9,2	9,2	9,5	9,30	ja
KW 43 HHS	HHV Au	17,5	17,4	17,4	17,5	17,43	Ja
KW 44 QK 4394 HHS1	NATECO2 Wolnzach	15,0	14,8	15,1	15,2	15,03	ja
KW 44 QK 4393 HHS2	NATECO2 Wolnzach	14,0	13,5	13,8	14,0	13,77	ja
KW 44 QK 4403 HHS3	NATECO2 Wolnzach	13,6	13,2	13,5	13,6	13,43	ja
KW 45 33859 HHS1	HVG Mainburg	16,3	16,3	16,5	16,5	16,43	ja
KW 45 33990 HHS2	HVG Mainburg	18,1	18,1	18,4	18,4	18,30	ja
KW 45 33960 HHS3	HVG Mainburg	17,3	17,3	17,3	17,6	17,40	ja

7.6 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. 7.8).

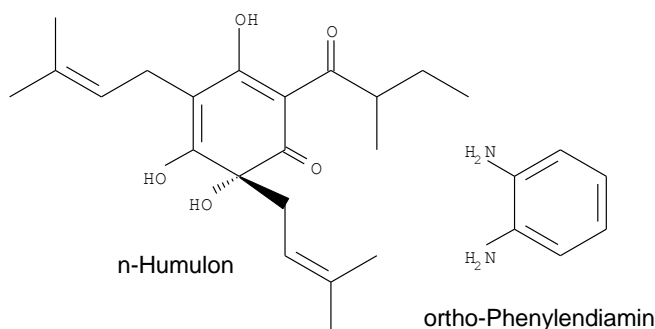


Abb. 7.8: ortho-Phenylendiamin-Komplex und dessen chemische Struktur

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.

7.7 Ergebnisse zur Biogenese des Gesamtölgehalts der neuen Hüller Special Flavor-Hopfen in den Jahren 2012, 2013 und 2014

In Hüll wird jedes Jahr die Biogenese der alpha-Säuren von den wichtigsten Hopfensorten untersucht. Bei den Special-Flavor-Hopfen sind jedoch die Aromastoffe von größerer Bedeutung. In den Jahren 2012-2014 wurden bei den vier neuen Hüller Special Flavor-Hopfen parallel zu den alpha-Säuren auch die Gesamtölgehalte und die Ölzusammensetzung analysiert. Die Tab. 7.6 zeigt die Erntezeitpunkte und die Abb. 7.9 bis Abb. 7.12 die Ergebnisse.

Tab. 7.6: Erntezeitpunkte Biogenese

Ernte-jahr	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
2012	16.08.2012	21.08.2012	28.08.2012	04.09.2012	11.09.2012	18.09.2012	25.09.2012
2013	14.08.2013	20.08.2013	27.08.2013	03.09.2013	10.09.2013	17.09.2013	24.09.2013
2014	13.08.2014	19.08.2014	26.08.2014	03.09.2014	09.09.2014	16.09.2014	23.09.2014

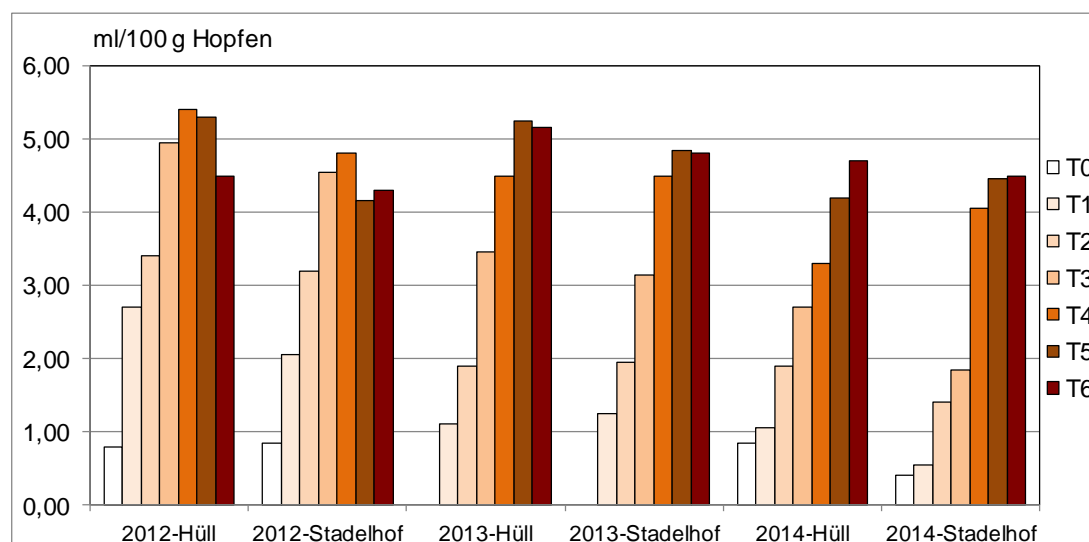


Abb. 7.9: Biogenese Gesamtölgehalt Polaris von 2012 – 2014

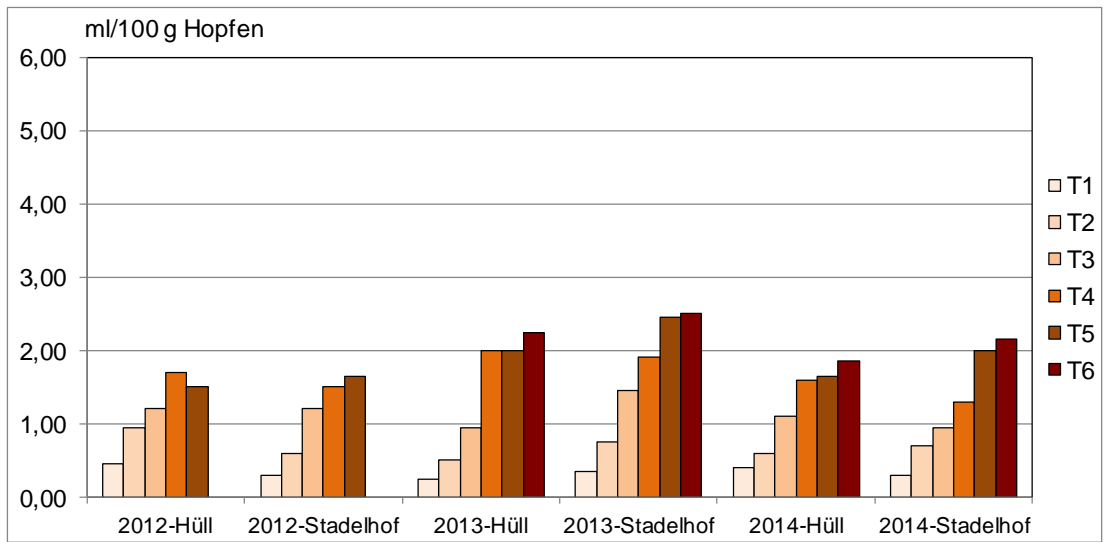


Abb. 7.10: Biogenese Gesamtölgehalt Mandarinina Bavaria von 2012 - 2014

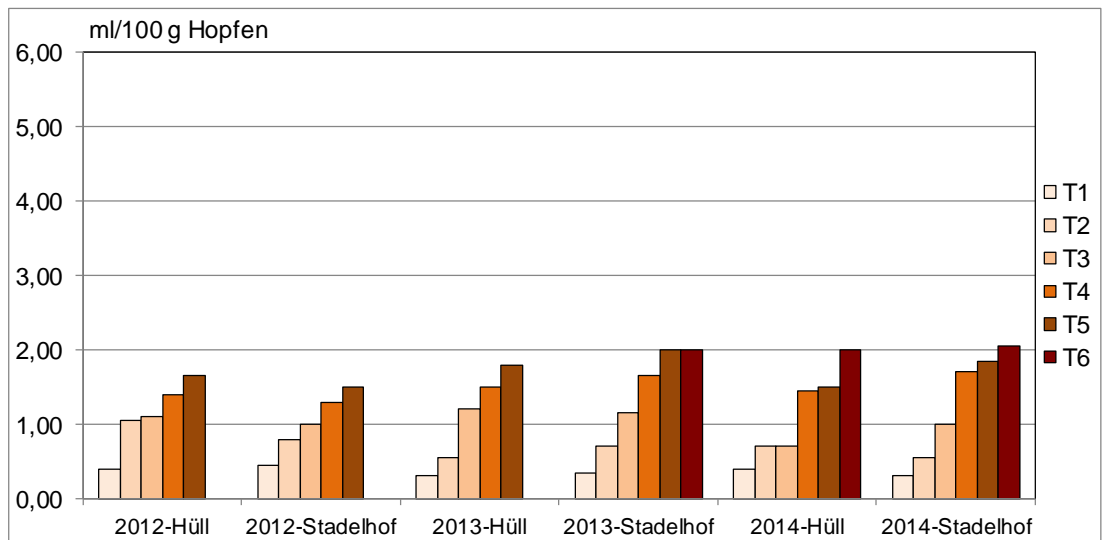


Abb. 7.11: Biogenese Gesamtölgehalt Hallertau Blanc von 2012 - 2014

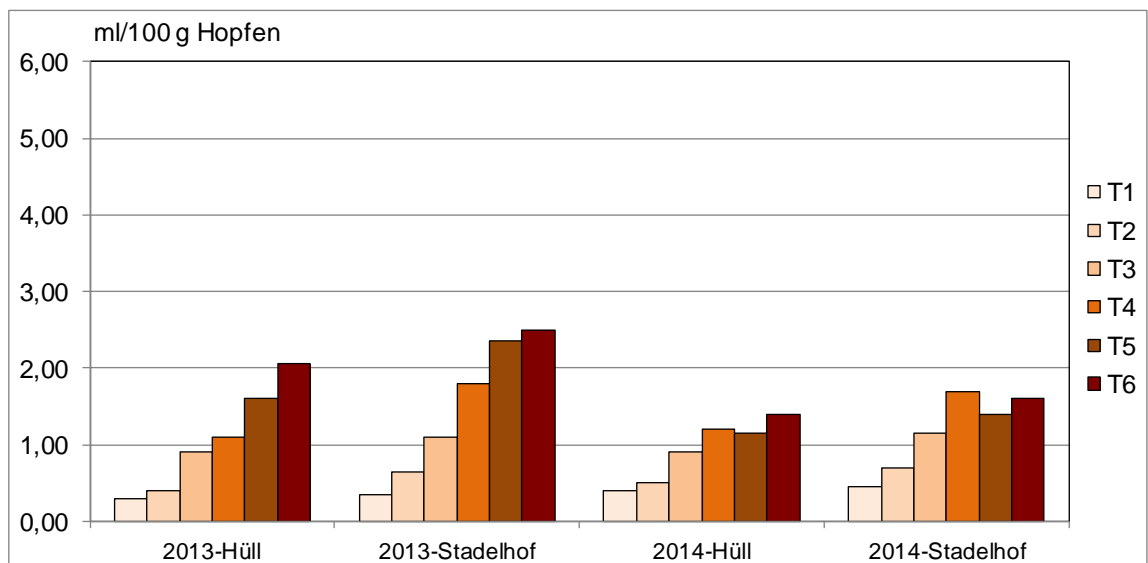


Abb. 7.12: Biogenese Gesamtölgehalt Hüll Melon von 2013 - 2014

Man sieht, dass der Ölgehalt der Sorte Polaris mit über 5ml/100g Hopfen sehr hoch ist, momentan gibt es keine andere Hopfensorte auf der Welt mit so einem hohen Ölgehalt. Die Resultate waren jedoch auch sehr überraschend. Die Ölgehalte waren im Jahr 2013 sogar noch höher als in den Jahren 2012 und 2014. Obwohl das Jahr 2013 einen sehr heißen Juli mit fast keinen Niederschlägen hatte, was die Erträge und die alpha-Säuregehalte stark minderte. Die Biosynthese der Aromastoffe beginnt jedoch erst sehr spät etwa um den 20. August und dann war die Wettersituation im Jahr 2013 durchaus sehr günstig (Abb. 7.13 und Abb. 7.14). Es war genügend warm und es gab ausreichend Niederschläge, so konnten die Aromastoffe noch einmal stark ansteigen.

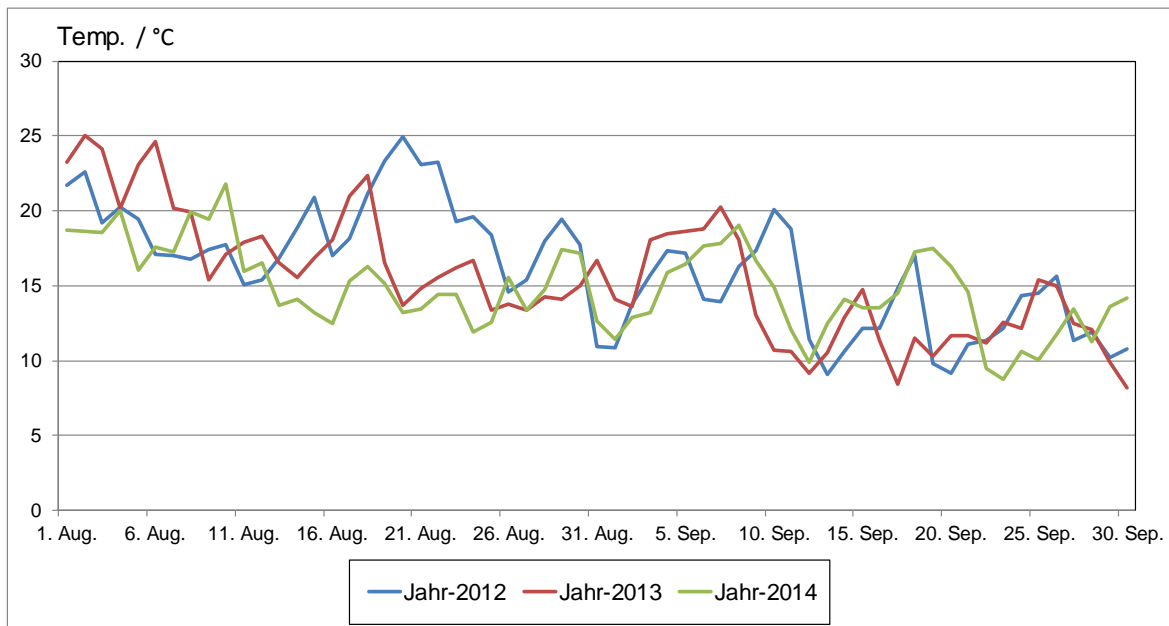


Abb. 7.13: Temperaturverlauf August- September der Jahre 2012-2014

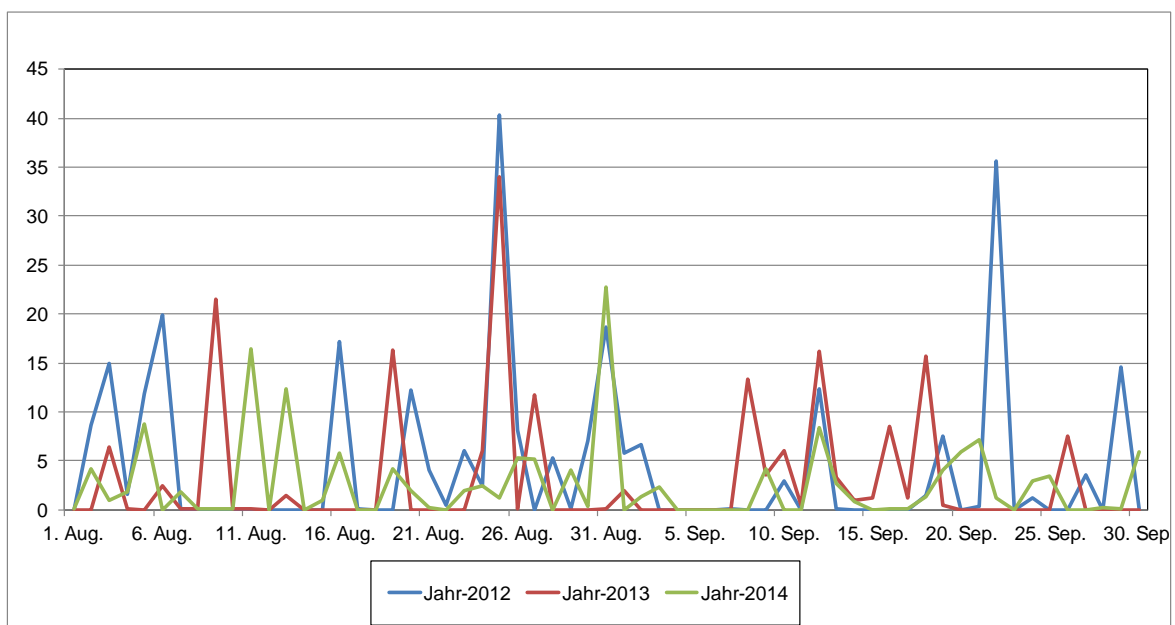


Abb. 7.14: Niederschläge August- September der Jahre 2012-2014

Für die die Aromaausprägung sind die letzten Wochen vor der Ernte entscheidend. Der Gesamtölgehalt und die Ölzusammensetzung ist viel stärker vom Erntezeitpunkt und vom Standort abhängig als die Bitterstoffe. Bei der Ölzusammensetzung steigt vor allem der Myrcengehalt stärker an als die anderen Ölkomponenten, was auch Auswirkungen auf die sensorische Wahrnehmung hat.

7.8 Analysen für die Arbeitsgruppe IPZ 3d Heil- und Gewürzpflanzen

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

Salvia miltiorrhiza: 30 Doppelbestimmungen Tanshinon

7.9 Kontrolle der Sortenechtheit

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

Sortenüberprüfungen für die Lebensmittelüberwachungsbehörden (Landratsämter)	27
davon Beanstandungen	0

8 Veröffentlichungen und Fachinformationen

8.1 Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit

	Anzahl		Anzahl
Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge	40	Führungen	49
LfL-Schriften	2	Ausstellungen und Poster	3
Pressemitteilungen		Aus- und Fortbildung	8
Beiträge in Rundfunk und Fernsehen	4	Diplomarbeiten	
Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare	19	Mitarbeit in Arbeitsgruppen	28
Vorträge	101	Ausländische Gäste	149

8.2 Veröffentlichungen

8.2.1 Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge

Graf, T. (2014): Hopfenpflanzer informieren sich über Bewässerung. Hopfen-Rundschau, 65. Jahrgang; Nr. 9, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 303 – 304

Graf, T., Beck, M.; Mauermeier, M.; Ismann D.; Portner, J.; Doleschel, P.; Schmidhalter U. (2014): *Humulus lupulus* – The Hidden Half. *Brewing Science*, 161, 67

Jereb, M., Schwarz, J.; Weihrauch, F. (2014): Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen. LfL-Schriftenreihe, *Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern; Öko-Landbau-Tag 2014*, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 181 – 184

Jereb, M., Schwarz, J.; Weihrauch, F. (2014): Use and establishment of predatory mites for sustainable control of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in hop. *DgaaE-Nachrichten*, 28(1), Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie, 47 – 48

Jereb, M., Schwarz, J.; Weihrauch, F. (2014): Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen. *Julius-Kühn-Archiv*, 447, 59. *Deutsche Pflanzenschutztagung*, 23.-26. September 2014, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg – Kurzfassungen der Beiträge -, Hrsg.: Julius Kühn-Institut, 114 – 115

Kammhuber, K. (2014): Ergebnisse von Kontroll- und Nachuntersuchungen für Alphaverträge der Ernte 2013. *Hopfen-Rundschau*, 08, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 266 – 267

Kammhuber, K. (2014): Aktualisierte Alpha-Bereiche und Analysentoleranzen bei Alpha-Verträge. *Hopfen-Rundschau*, 09, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 300 – 301

Kammhuber, K. (2014): Mit Hightech dem Hopfenaroma auf der Spur. *Hopfenrundschau International*, 2014/2015, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer, 22 – 22

Kammhuber, K.; Graf, T.; Seefelder, S. (2014): Hopfenbauversammlungen der LfL. *Hopfen-Rundschau*, 65. Jahrgang; Nr. 3, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 79 – 81

Lutz, A., Seigner, E., Kneidl, J. (2014): Hüller Special Flavor-Hopfen – Hüll Special Flavor Hops. *Hopfenrundschau International*, 2014/2015, Hrsg.: Deutscher Hopfenpflanzerverband, 20 – 21

- Lutz, M., Portner, J. (2014): Start des neuen Modellvorhabens „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz“. Hopfen-Rundschau, 65. Jahrgang; Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 151
- Münsterer, J. (2014): Neue EDV-Version 7.0 der Bayerischen Hopfenschlagkartei (HSK). Hopfen-Rundschau, 65. Jahrgang, Nr. 1, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 7 – 7
- Münsterer, J. (2014): Qualitätserhaltung durch Optimierung der Luftgeschwindigkeit beim Bandtrockner. Hopfenrundschau International, 65. Jahrgang; Nr. 8, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 253 – 254
- Portner, J. (2014): Hopfen. Bayerischer Agrarbericht
- Portner, J. (2014): Modellvorhaben „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz – Teilprojekt Hopfen“. Hopfen-Rundschau, 65. Jahrgang; Nr. 1, Hrsg.: Verband deutscher Hopfenpflanzer, 6
- Portner, J. (2014): Gezielte Stickstoffdüngung des Hopfens nach DSN (Nmin). Hopfen-Rundschau, 65. Jahrgang; Nr. 4, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 118
- Portner, J. (2014): Übermittlung von Angaben im Hopfensektor. Hopfen-Rundschau, 65. Jahrgang; Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 148 – 149
- Portner, J. (2014): Nmin-Untersuchung 14. Hopfen-Rundschau, 65. Jahrgang; Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 150
- Portner, J. (2014): Peronosporabekämpfung. Hopfen-Rundschau, 65. Jahrgang; Nr. 6, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 189
- Portner, J. (2014): Zwischenfruchteinsaat im Hopfen für KuLaP-Betriebe (A33) spätestens bis 30. Juni vornehmen!. Hopfenrundschau International, 65. Jahrgang; Nr. 6, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 189
- Portner, J. (2014): Kostenfreie Rücknahme von Pflanzenschutzverpackungen PAMIRA 2014. Hopfen-Rundschau, 65. Jahrgang; Nr. 8, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 252
- Portner, J. (2014): Rebenhäcksel baldmöglichst ausbringen!. Hopfen-Rundschau, 65. Jahrgang; Nr. 8, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 253
- Portner, J. (2014): LfL-Hopfenbaulehrfahrten 2014. Hopfen-Rundschau, 65. Jahrgang; Nr. 9, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 302
- Portner, J. (2014): Hallertauer Modell zum ressourcenschonenden Hopfenanbau. Hopfen-Rundschau, 65. Jahrgang; Nr. 9, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 302 – 303
- Portner, J., Kammhuber, K. (2014): Fachkritik zur Moosburger Hopfenschau 2014. Hopfen-Rundschau, 65. Jahrgang; Nr. 10, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 331 – 335
- Portner, J. (2014): Hopfen 2014 – Grünes Heft. LfL-Information, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
- Schätzl, J. (2014): Pflanzenstandsbericht April 2014. Hopfen-Rundschau, 65. Jahrgang; Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 155
- Schätzl, J. (2014): Pflanzenstandsbericht Mai 2014. Hopfen-Rundschau, 65. Jahrgang; Nr. 6, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 192
- Schätzl, J. (2014): Pflanzenstandsbericht Juni 2014. Hopfen-Rundschau, 65. Jahrgang; Nr. 7, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 216
- Schätzl, J. (2014): Pflanzenstandsbericht Juli 2014. Hopfen-Rundschau, 65. Jahrgang; Nr. 8, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 255
- Schätzl, J. (2014): Pflanzenstandsbericht August 2014. Hopfenrundschau International, 65. Jahrgang; Nr. 9, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 301
- Seigner, E. (2014): Sortenliste des Internationalen Hopfenbaubüros. Hopfen-Rundschau, 01, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer, 14 – 23
- Seigner, E., Portner, J. (2014): Hop Stunt Viroid- und Zitrusviroid-Monitoring der LfL. Hopfen-Rundschau, 65. Jahrgang; Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 153
- Seigner, L., Lutz, A. and Seigner, E. (2014): Monitoring of Important Virus and Viroid Infections in German Hop (*Humulus lupulus* L.) Yards. *BrewingScience* 67 (5/6), 81-87.

Sichelstiel, W.; Portner, J. (2014): Hopfenbauversammlungen der LfL. Hopfen-Rundschau, 65. Jahrgang; Nr. 4, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 116 – 117

Sichelstiel, W., Weihrauch, F.; Schwarz, J. (2014): Internationale Harmonisierung des Pflanzenschutzes im Hopfenbau durch die Commodity Expert Group Minor Uses Hops. Julius Kühn Archiv, 447, 59. Deutsche Pflanzenschutztagung, 23. – 26. September 2014, Albrecht-Ludwigs-Universität Freiburg, -Kurzfassung der Beiträge-, Hrsg.: Julius-Kühn-Institut, 113 – 114

Weihrauch, F., Jereb, M. (2014): Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen – BÖLN-Projekt 2812NA014; 1. Zwischenbericht 2013

Weihrauch, F., Schwarz, J. (2014): Versuche zur Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau. LfL-Schriftenreihe, 2/2014, Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern; Öko-Landbau-Tag 2014, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 174 – 180

Weihrauch, F., Schwarz, J. (2014): Reduzierung oder Ersatz kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau – BLE-Projekt 2809OE058; Projektbericht 2014

Weihrauch, F., Schwarz, J. (2014): Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Fungizide im ökologischen Hopfenbau: Wo stehen wir heute?. Julius-Kühn-Archiv, 447, 59. Deutsche Pflanzenschutztagung, 23.-26. September 2014, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg – Kurzfassungen der Beiträge -, Hrsg.: Julius Kühn-Institut, 112 – 113

8.2.2 LfL-Schriften

Name	Arbeitsgruppe	LfL-Schriften	Titel
Arbeitsbereich Hopfen IPZ 5	IPZ 5	LfL-Information	Jahresbericht 2013 – Sonderkultur Hopfen
Portner, J.	IPZ 5a	LfL-Information	Hopfen 2014 – Grünes Heft

8.2.3 Beiträge in Rundfunk und Fernsehen

Name/AG	Sendetag	Thema	Titel der Sendung	Sender
Lutz, A., Weiher, J. Kneidl, J., Presl, I. IPZ 5	18.07.2014	Geschlechtertrennung – Hopfenzüchtung in der Hallertau	Unser Land	BR
Portner, J., Lutz, M. IPZ 5a und Jereb, M., IPZ 5b	29.08.2014	Geht´s auch ohne Chemie? Pflanzenschutz beim Hopfen	UNSER LAND	BR
Lutz, A., IPZ 5c Zarnkow, M. Plank, M.	22.09.2014	„Bier: Das unbekannte Wesen“	Faszination Wissen	BR
Lutz, A., IPZ 5 c Eric Toft	02.07.2014	Wer braut das beste Bier?	Galileo	ProSieben

8.3 Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen

8.3.1 Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare

Veranstaltet durch	Thema	Teilnehmer	Datum/Ort
Graf, T., IPZ 5a	Optimierung des Bewässerungsmanagements im Hopfenbau	Bearbeiter und Verantwortliche im Rahmen von Projekten über Bewässerungsfragen in der bayerischen Landwirtschaft	Wolnzach 24.02.2014
Graf, T., IPZ 5a	Bewässerung im Hopfenbau	Landwirte	Karpfenstein 05.08.2014
Graf, T., IPZ 5a	Bewässerung im Hopfenbau	Landwirte	Karpfenstein 07.08.2014
Münsterer, J., IPZ 5a	Optimale Konditionierung von Hopfen	Hopfenpflanzer aller deutschen Anbauggebiete	Wolnzach 17.01.2014
Münsterer, J., IPZ 5a	Workshop Optimierung Hordentrocknung	Hopfenpflanzer mit Mess- u. Regeltechnik in Hordendarren	Wolnzach 22.01.2014
Münsterer, J., IPZ 5a	Workshop Optimierung von Bandtrockner	Hopfenpflanzer mit Bandtrockner	Wolnzach 23.01.2014
Münsterer, J., IPZ 5a	Neue Messverfahren zur Regelung von Bandtrocknern	Hopfenpflanzer Elbe-Saale	Ostrau, Elbe-Saale 29.01.2014
Münsterer, J., IPZ 5a	Seminar Grundlagen Hoptrocknung	Hopfenpflanzer aller deutschen Anbauggebiete	Wolnzach 08.12.2014
Münsterer, J., IPZ 5a	Seminar Einsatz alternativer Energiequellen bei der Hoptrocknung	Hopfenpflanzer aller deutschen Anbauggebiete	Wolnzach 10.12.2014
Münsterer, J., IPZ 5a	Optimale Konditionierung von Hopfen	Hopfenpflanzer aller deutschen Anbauggebiete	Wolnzach 12.12.2014
Portner, J., IPZ 5a	Hallertauer Modell zum ressourcenschonenden Hopfenanbau	Wasserversorger und Projektbeteiligte	Mainburg 20.11.2014
Lutz, A., Seigner, E., IPZ 5c	Hopfenberatungsgremium	Hopfenaromaexperten	Hüll 28.01.2014
Lutz, A., Seigner, E., IPZ 5c	Hopfenberatungsgremium	Hopfenaromaexperten	Hüll 19.05.2014
Lutz, A., Seigner, E., IPZ 5c	Hopfenberatungsgremium	Hopfenaromaexperten	Hüll 30.06.2014
Lutz, A., Seigner, E., IPZ 5c	Hopfenberatungsgremium	Hopfenaromaexperten	Hüll 06.10.2014
Sichelstiel, W., IPZ 5b	Aktuelle Pflanzenschutzprobleme und mögliche Lösungen im Hopfenanbau	Fachpublikum Pflanzenschutz	Mainburg 29.08.2014
Sichelstiel, W., IPZ 5b	Die Commodity Expert Group (CEG) Minor Uses Hops – Arbeit an Lückenindikationen auf Europäischer Ebene	Fachpublikum Pflanzenschutz	Mainburg 29.08.2014

Veranstaltet durch	Thema	Teilnehmer	Datum/Ort
Kammhuber, K., IPZ 5d, Lutz, A., Kneidl, J., IPZ 5c	Bonitierung von Hopfenmustern aus deutschen Anbaugebieten	Hopfenexperten, Hopfenpflanzler, Hopfenhandel, Brauer	Hüll, 16.10.2014

8.3.2 Vorträge

AG	Referent	Titel	Veranstalter Besucher	Datum	Ort
IPZ 5	Doleschel, P.	Die LfL-Hopfenforschung und Beratung in Bayern	Gesellschaft für Hopfenforschung 125 Mitglieder und Gäste der GfH	08.04.14	Wolnzach
IPZ 5	Graf, T.	DBU – Projekt	LfL 30 Mitarbeiter von IPZ 5	03.04.14	Hüll
IPZ 5a	Graf, T.	Optimierung des Bewässerungsmanagements im Hopfenbau	LfL+BayWa 30 TN BayWa-Mitarbeiter	13.02.14	Wolnzach
IPZ 5a	Graf, T.	Optimierung des Bewässerungsmanagements im Hopfenbau	LfL + AELF Roth 20 TN Landwirtschaft und Industrie	17.02.14	Hedersdorf
IPZ 5a	Graf, T.	Optimierung des Bewässerungsmanagements im Hopfenbau	LfL + AELF Roth 35 TN Landwirtschaft und Industrie	17.02.14	Spalt
IPZ 5a	Graf, T.	Optimierung des Bewässerungsmanagements im Hopfenbau	LfL + AELF Pfaffenhofen 50 TN Landwirtschaft und Industrie	18.02.14	Lindach
IPZ 5a	Graf, T.	Optimierung des Bewässerungsmanagements im Hopfenbau	LfL + AELF Kelheim 85 TN Landwirtschaft und Industrie	19.02.14	Mainburg
IPZ 5a	Graf, T.	Optimierung des Bewässerungsmanagements im Hopfenbau	LfL + AELF Erding 35 TN Landwirtschaft und Industrie	20.02.14	Osseltshausen
IPZ 5a	Graf, T.	Optimierung des Bewässerungsmanagements im Hopfenbau	LfL + AELF Landshut 45 TN Landwirtschaft und Industrie	21.02.14	Oberhatzkofen
IPZ 5a	Graf, T.	Optimierung des Bewässerungsmanagements im Hopfenbau	LfL 30 TN Landwirtschaft und Industrie	25.02.14	Biburg
IPZ 5a	Graf, T.	Optimierung des Bewässerungsmanagements im Hopfenbau	LfL 100 TN Landwirtschaft und Industrie	26.02.14	Niederlauterbach
IPZ 5a	Graf, T.	Optimierung des Bewässerungsmanagements im Hopfenbau	LfL 25 TN Landwirtschaft und Industrie	28.02.14	Lobsing
IPZ 5a	Graf, T.	Optimierung des Bewässerungsmanagements im Hopfenbau	HVG eG 25 TN Aufsichtsratsmitglieder HVG	20.03.14	Wolnzach

AG	Referent	Titel	Veranstalter Besucher	Datum	Ort
IPZ 5a	Graf, T.	Optimierung des Bewässerungsmanagements im Hopfenbau	Gesellschaft für Hopfenforschung 35 TN Technisch-Wissenschaftlicher Ausschuss GfH	08.04.14	Wolnzach
IPZ 5a	Graf, T.	Bewässerung im Hopfenbau	LfL 20 Landwirte	05.08.14	Karpfenstein
IPZ 5a	Graf, T.	Bewässerung im Hopfenbau	LfL 25 Landwirte	05.08.14	Karpfenstein
IPZ 5a	Graf, T.	Bewässerung im Hopfenbau	LfL 25 Landwirte	07.08.14	Karpfenstein
IPZ 5a	Lutz, M.	Erste Erfahrungen mit dem Modellvorhaben „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz im Hopfenbau“	Hopfenpflanzerverband Hallertau 35 Beiratsmitglieder des Hopfenpflanzerverbandes Hallertau	18.11.14	Niederlauterbach
IPZ 5a	Lutz, M.	Erste Erfahrungen mit dem Modellvorhaben „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz im Hopfenbau“	LfL 30 Mitarbeiter IPS, ÄELF und Fachzentren L 3.1 – Pflanzenbau	02.12.14	Freising
IPZ 5a	Münsterer, J.	Neue Messverfahren zur Regelung von Bandtrocknern	Hopfenpflanzerverband Elbe-Saale 60 Hopfenpflanzler	29.01.14	Ostrau, Elbe-Saale
IPZ 5a	Münsterer, J.	Auswertung Hopfenschlagkartei	LfL 17 TN Arbeitskreis Hopfenschlagkartei	17.03.14	Wolnzach, Haus des Hopfens
IPZ 5a	Münsterer, J.	Trocknungsleistung u. Dimensionierung von Trocknungsanlagen	IGN Niederlauterbach 150 TN	21.09.14	Niederlauterbach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Effizienter Einsatz alternativer Energiequellen bei der Hopfentrocknung	AELF Ingolstadt und AELF Pfaffenhofen 70 TN Holzheizung aktuell	23.10.14	Niederlauterbach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Produktionstechnische Maßnahmen zur Verbesserung und Erhaltung des Ertragsniveaus	Hopfenpflanzerverband Elbe-Saale 80 Mitglieder	03.12.14	Höfgen/ Grimma
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles im Hopfenbau	LfL und BayWa 30 BayWa-Mitarbeiter	13.02.14	Wolnzach
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles im Hopfenbau	LfL und Fa. Beiselen 25 Landhandelmitarbeiter	14.02.14	Hebrontshausen
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles im Hopfenbau	LfL+AELF Roth 20 Hopfenpflanzler	17.02.14	Hedersdorf
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles im Hopfenbau	LfL+AELF Roth 35 Hopfenpflanzler	17.02.14	Spalt
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles im Hopfenbau	LfL+AELF PAF 50 Hopfenpflanzler	18.02.14	Lindach
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles im Hopfenbau	LfL+AELF AB 85 Hopfenpflanzler	19.02.14	Mainburg
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles im Hopfenbau	LfL+AELF ED 35 Hopfenpflanzler	20.02.14	Osseltshausen
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles im Hopfenbau	LfL 45 Hopfenpflanzler	21.02.14	Oberhatzkofen
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles im Hopfenbau	LfL + AELF AB 30 Hopfenpflanzler	25.02.14	Biburg

AG	Referent	Titel	Veranstalter Besucher	Datum	Ort
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles im Hopfenbau	LfL+AELF PAF 100 Hopfenpflanzer	26.02.14	Niederlauterbach
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles im Hopfenbau	LfL 25 Hopfenpflanzer	28.02.14	Lobsing
IPZ 5a	Portner, J.	Daten und Fakten zum Hopfenanbau	AELF IN 15 Hopfenbotschafterinnen	15.07.14	Wolnzach
IPZ 5a	Portner, J.	Daten und Fakten zum Hopfenanbau	Hopfenpflanzerverband 5 Hopfenkönigin-Anwärterinnen	07.08.14	Wolnzach
IPZ 5a	Portner, J.	Fachkritik Hopfen 2014	Stadt Moosburg a.d. Isar 80 Gäste und Besucher der Moosburger Hopfenschau	18.09.14	Moosburg a.d. Isar
IPZ 5a	Portner, J.	Hallertauer Modell zum ressourcenschonenden Hopfenanbau	ZV Wasserversorgung Hallertau 20 Wasserversorger und Projektbeteiligte	20.11.14	Mainburg
IPZ 5a	Schätzl, J.	Hopfenanbau in der Hallertau	Hochschule Weihenstephan 32 Brauer- und Landwirtschaftsstudenten	19.05.14	Freising
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aktuelles zur Düngung u. zum Pflanzenschutz/Alternativen zum chemischen Hopfenputzen	Hopfenring + LfL 9 Ringbetreuer	23.05.14	Wolnzach
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aktuelles zum Pflanzenschutz 2014	LfL u. AELF Roth 43 Hopfenpflanzer u. Gäste aus Spalt	28.05.14	Spalt
IPZ 5a	Schätzl, J.	Kartoffelbohrerbefall – direkte u. indirekte Bekämpfungsmögl./Herbizidschäden	Hopfenring + LfL 9 Ringbetreuer	11.06.14	Hüll und Eschelbach
IPZ 5a	Schätzl, J.	Schädlings- u. Krankheitssituation	Hopfenring + LfL 9 Ringbetreuer	07.07.14	Walkersbach
IPZ 5a	Schätzl, J.	Abschlußmaßnahmen i. Pflanzenschutz u. voraussichtliche Erntezeitpunkte	Hopfenring + LfL 8 Ringbetreuer	13.08.14	Hüll
IPZ 5a	Schätzl, J.	Jahresrückblick zur Beratungssaison 2014	Hopfenring + LfL 9 Ringbetreuer	03.12.14	Wolnzach
IPZ 5b	Jereb, M.	Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen	LfL 20 TN aus Forschung, Beratung und Verbände im Öko-Landbau	09.04.14	Triesdorf
IPZ 5b	Jereb, M.	Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen	JKI, Pflanzenschutzdienst des Landes Baden-Württemberg & DPG 120 Wissenschaftler und Berater, Vertreter der Pflanzenschutzindustrie	23.09.14	Freiburg im Breisgau
IPZ 5b	Jereb, M.	Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen	DPG & DgaaE 42 Wissenschaftler und Berater aus dem Pflanzenschutz	25.11.14	Veitshöchheim
IPZ 5b	Schwarz, J.	Quassia – quo vadis?	Bioland Landesverband Bayern; 30 TN	04.02.14	Plankstetten

AG	Referent	Titel	Veranstalter Besucher	Datum	Ort
IPZ 5b	Schwarz, J.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2014	LfL 30 TN	25.02.14	Biburg
IPZ 5b	Schwarz, J.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2014	LfL 100 TN	26.02.14	Niederlauterbach
IPZ 5b	Schwarz, J.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2014	LfL 25 TN	28.02.14	Lobsing
IPZ 5b	Schwarz, J.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2014	LfL 10 TN	12.03.14	Haunsbach
IPZ 5b	Schwarz, J.	Versuche zur Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau	LfL 20 TN Forschung, Beratung u. Verbände im Ökolandbau	09.04.14	Triesdorf
IPZ 5b	Schwarz, J.	Meeting of the CEG Minor Uses Hops – Trials in 2014	Commodity Expert Group 12 TN	07.10.14	Brüssel
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Mögliche Lösungswege für aktuelle Pflanzenschutzprobleme im Hopfenbau	BMEL 14 TN, Verbände der Hopfenwirtschaft und Hopfenpflanzer	30.01.14	Bonn
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Forschung zum Pflanzenschutz im Hopfenbau	BMEL 14 TN, Verbände der Hopfenwirtschaft und Hopfenpflanzer	30.01.14	Bonn
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2014	LfL + BayWa 30 Mitarbeiter	13.02.14	Wolnzach
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2014	LfL + Fa. Beiselen 25 Mitarbeiter und Landhandel	14.02.14	Hebrontshausen
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2014	LfL + AELF Roth 20 Hopfenpflanzer	17.02.14	Hedersdorf
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2014	LfL + AELF Pfaffenhofen 50 Hopfenpflanzer	18.02.14	Lindach
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2014	LfL + AELF Abensberg 85 Hopfenpflanzer	19.02.14	Mainburg
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2014	LfL + AELF Erding 35 Hopfenpflanzer	20.02.14	Osseltshausen

AG	Referent	Titel	Veranstalter Besucher	Datum	Ort
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2014	LfL + AELF Landshut 45 Hopfenpflanzer	22.02.14	Oberhatskoken
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2014	Landratsamt Bodenseekreis 150 Hopfenpflanzer	10.03.14	Laimnau
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2014	LfL + AELF Roth 35 Hopfenpflanzer	17.03.14	Spalt
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Die Markeule – ein Minderschädling im Hopfenbau	Ring Junger Hopfenpflanzer 80 Hopfenpflanzer	05.08.14	Forchheim
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Die Markeule – ein Minderschädling im Hopfenbau	VLF Kelheim 45 Hopfenpflanzer	07.08.14	Forchheim
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Die Commodity Expert Group (CEG) Minor Uses Hops – Arbeit an Lückenindikationen auf Europäischer Ebene	Verband Deutscher Hopfenpflanzer 70 TN, Fachpublikum Pflanzenschutz	29.08.14	Mainburg
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Aktuelle Pflanzenschutzprobleme und mögliche Lösungen im Hopfenanbau	Verband Deutscher Hopfenpflanzer 70 TN, Fachpublikum Pflanzenschutz	29.08.14	Mainburg
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Internationale Harmonisierung des Pflanzenschutzes im Hopfenbau durch die Commodity Expert Group Minor Uses Hops	JKI, Pflanzenschutzdienst des Landes Baden-Württemberg & DPG 150 TN, Wissenschaftler, Pflanzenschutzdienste der Länder, Zulassungsbehörden, Vertreter der Pflanzenschutzindustrie	23.09.14	Freiburg i. Breisgau
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Pests and Diseases in Hops – Situation in Germany 2014	Commodity Expert Group Minor Uses 12 TN	06.10.14	Brüssel
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Versuche 2013 zur Kupferminimierung im ökologischen Hopfenbau – und wie geht es zukünftig weiter?	Bioland 30 Landwirte und Berater im ökologischen Hopfenbau	04.02.14	Kloster Plankstetten
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Versuche zur Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau	Gesellschaft für Hopfenforschung 32 TN, Verbände, Brauereien	08.04.14	Wolnzach
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Fungizide im ökologischen Hopfenbau: Wo stehen wir heute?	JKI, Pflanzenschutzdienst des Landes Baden-Württemberg & DPG 150 TN, Wissenschaftler, Pflanzenschutzdienste der Länder, Zulassungsbehörden, Vertreter der Pflanzenschutzindustrie	23.09.14	Freiburg im Breisgau

AG	Referent	Titel	Veranstalter Besucher	Datum	Ort
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Fungizide im ökologischen Hopfenbau: Aktuelle Versuchsergebnisse 2014	Julius Kühn-Institut und Bund Ökologischer Lebensmittelwirtschaft, 75 TN, Wissenschaftler, Berater, Behörden-/Industrievertreter, Bereich integrierter und ökologischer Pflanzenschutz	21.11.14	Berlin
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Fungizide im ökologischen Hopfenbau: Aktuelle Versuchsergebnisse 2014	Erzeugergemeinschaft HVG e.G. 22 TN, Aufsichtsrat der HVG	11.12.14	Wolnzach
IPZ 5c	Lutz, A.	Hüller Special Flavor-Hopfen	Barth Haas Group 45 Hopfenpflanzer	19.08.14	Reichertshausen
IPZ 5c	Lutz, A.	Hüller Special Flavor-Hopfen	Hopfenring 60 TN, Hopfenpflanzer ISO-Betriebe	20.08.14	Hüll
IPZ 5c	Lutz, A.	Hüller Special Flavor-Hopfen – Großflächen-Versuchsanbau und aktuelle Zuchtstämme	Verband deutscher Hopfenpflanzer 180 Vertreter von Hopfen- und Brauwirtschaft, Ministerien, Behörden und Politik	28.08.14	Hüll
IPZ 5c	Lutz, A.	Innovation bei der Entwicklung neuer Hüller Zuchtsorten	Private Brauereien Bayern; Bayer. Brauerbund 90 TN Brauwirtschaft	14.10.14	Spalt
IPZ 5c	Lutz, A.	Bedeutung der US-Craft Brauer für den Welthopfenmarkt – Hüller Zuchtsorten	Alt-Weihenstephaner Brauerbund 45 Braustudenten	03.11.14	Freising
IPZ 5c	Seigner, E.	Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettninger	Ministerium für Ländlichen Raum, Baden-Württemberg 15 TN – Referatsleiter MLR, Prof. Wünsche, Prof. Weber, Uni Hohenheim, Vertreter Hopfenpflanzerverband Tettning	19.02.14	Stuttgart
IPZ 5c	Seigner, E.	Forschungsprojekte und –schwerpunkte der AG Züchtungsforschung Hopfen	LfL 30 TN IPZ 5	03.04.14	Hüll
IPZ 5c	Seigner, E.	Beurteilung von Zuchtstämmen durch das neu installierte Beratungsgremium der GfH und großflächiger Versuchsanbau ausgewählter Stämme	GfH (Gesellschaft für Hopfenforschung) 35 Mitglieder des techn.-wissenschaftlichen Ausschusses der GfH	08.04.14	Wolnzach
IPZ 5c	Seigner, E.	Hüller Special Flavor-Hopfen und Neuerung im Züchtungsablauf	LfL 90 TN Ring junger Hopfenpflanzer	05.08.14	Forchheim
IPZ 5c	Seigner, E.	Hüller Special-Flavor-Hopfensorten und Neuerung im Züchtungsablauf	LfL 45 TN Verband landwirtschaftl. Fachschulabsolventen	07.08.14	Forchheim

AG	Referent	Titel	Veranstalter Besucher	Datum	Ort
IPZ 5c	Seigner, E.	Hüller Special Flavor-Hopfen – Aktueller Stand und Neuerungen im Züchtungsablauf	Verband deutscher Hopfenpflanzler 180 Vertreter von Hopfen- und Brauwirtschaft, Ministerien, Behörden und Politik	28.08.14	Hüll
IPZ 5c	Seigner, E.	Innovations concerning the development of new Hüll hop cultivars	GfH 25 TN aus Brauwirtschaft und Mitglieder des Advisory Boards GfH	10.11.14	Spalt
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Analytische Charakterisierung der neuen Hüller Special Flavor-Hopfen	LfL+AELF Roth 20 Hopfenpflanzler	17.02.14	Hedersdorf
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Analytische Charakterisierung der neuen Hüller Special Flavor-Hopfen	LfL+AELF Roth 35 Hopfenpflanzler	17.02.14	Spalt
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Analytische Charakterisierung der neuen Hüller Special Flavor-Hopfen	LfL+AELF Pfaffenhofen 50 Hopfenpflanzler	18.02.14	Lindach
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Analytische Charakterisierung der neuen Hüller Special Flavor-Hopfen	LfL+AELF Abensberg 85 Hopfenpflanzler	19.02.14	Mainburg
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Analytische Charakterisierung der neuen Hüller Special Flavor-Hopfen	LfL+AELF Erding 35 Hopfenpflanzler	20.02.14	Osseltshausen
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Analytische Charakterisierung der neuen Hüller Special Flavor-Hopfen	LfL + AELF Landshut 45 Hopfenpflanzler	21.02.14	Oberhatzkofen
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Analytische Charakterisierung der neuen Hüller Special Flavor-Hopfen	LfL+AELF AB 30 Hopfenpflanzler	25.02.14	Biburg
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Analytische Charakterisierung der neuen Hüller Special Flavor-Hopfen	LfL+AELF Pfaffenhofen 100 Hopfenpflanzler	26.02.14	Niederlauterbach
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Analytische Charakterisierung der neuen Hüller Special Flavor-Hopfen	LfL 25 Hopfenpflanzler	28.02.14	Lobsing
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Verbesserung der Aromacharakterisierung der neuen Hüller Special Flavor-Hopfen	GFH 35 Mitglieder des Vorstandes und techn.-wissenschaftlichen Arbeitsausschusses der GfH	08.04.14	Wolnzach
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Dem Hopfenaroma mit Hightech auf der Spur	Verband deutscher Hopfenpflanzler 180 Vertreter von Hopfen- und Brauwirtschaft, Ministerien, Behörden und Politik	28.08.14	Hüll

8.3.3 Führungen

AG	Betreut von	Thema/Titel	Besuchergruppe	Datum	TZ
IPZ 5	Doleschel, P. Sichelstiel, W. Weihrauch, F. Kammhuber, K. Lutz, A. Seigner, E.	Hopfenforschungszentrum Hüll – Arbeitsstruktur und Netzwerk, Forschungsprojekte: Pflanzenschutz im Ökohopfenbau, Analytik Hopfeninhaltsstoffe, Flavor- Hopfenzüchtung, Resistenzzüchtung, Verticillium-Studien	Delegation – Agraraus- schuss des Europäischen Parlaments, Präsident und Vertreter des Ver- bandes Deutscher Hopfenpflanzer	27.03.14	19
IPZ 5	Doleschel, P. Lutz, A. Kammhuber, K.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Special Flavor- Hopfen, Aromaanalytik	Referendarinnen/ Refe- rendare Fachlaufbahn „Naturwissenschaft und Technik“, 4. Qualifika- tionsebene, Fachrich- tung: PB	15.04.14	5
IPZ 5	Lutz, A. Kammhuber, K.	hop research at the LfL, hop breeding, Special Flavor hops, aroma analytics	Jap. Journalistin	06.05.14	1
IPZ 5	Sichelstiel, W. Lutz, A. Portner, J. Seigner, E.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenbau, Hopfenberatung, Pflanzenschutz, Züchtung, Ver- suchsanbau von Zuchtstämmen	HVG Spalt, Dr. Braun	12.05.14	1
IPZ 5	Sichelstiel, W. Lutz, A. Kammhuber, K.	Hopfenforschung der LfL, Hop- fenzüchtung, Pflanzenschutz, Hopfenanalytik	Verband Bayerischer Beamter für Ländliche Entwicklung – VBBLE	20.05.14	80
IPZ 5	Seigner, E. Lutz, A. Kammhuber, K.	hop research at the LfL, hop breeding, hop production, plant protection, hop chemical analysis	Besucher von Mondelez	21.05.14	2
IPZ 5	Kammhuber, K. Kneidl, J.	chemische Analyse der Hopfen- inhaltsstoffe, Hopfenzüchtung	Schyren Gymnasium Pfaffenhofen, Lehrerin	21.05.14	1
IPZ 5	Seigner, E. Lutz, A. Kammhuber, K. Sichelstiel, W.	Hopfenzüchtung, -Analytik	Universität Hohenheim, Hopfenpflanzerverband Tettngang	03.06.14	5
IPZ 5	Lutz, A. Schätzl, J.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung und -anbau	Berufsschule Pfaffen- hofen	06.06.14	12
IPZ 5	Sichelstiel, W. Schwarz, J.	Hopfenforschungszentrum Hüll Pflanzenschutz im Hopfenbau, Hopfenzüchtung	Dow AgroSciences	11.06.14	2
IPZ 5	Sichelstiel, W.	Hopfenforschungszentrum Hüll Hopfenzüchtung	US Craft Brewer	12.06.14	2
IPZ 5	Lutz, A. Seigner, E. Kammhuber, K. Sichelstiel, W.	Hopfenzüchtung und -Analytik	Max-Planck-Institut, Universität Hohenheim	27.06.14	4
IPZ 5	Sichelstiel, W. Lutz, A.	Hopfenforschung der LfL	Bayer. Staatsministeri- um für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Abt. P	03.07.14	45

AG	Betreut von	Thema/Titel	Besuchergruppe	Datum	TZ
IPZ 5	Sichelstiel, W. Seigner, E.	Hopfenforschung der LfL, Pflanzenschutz, Hopfenzüchtung, Special Flavor-Hopfen, Hopfenanalytik	Studenten, TUM, Lehrstuhl Brau- und Getränketechnologie	08.07.14	15
IPZ 5	Lutz, A. Sichelstiel, W.	Reihenbau von Hüller Zuchtstämmen	Versuchslandwirte Hopfen	09.07.14	4
IPZ 5	Sichelstiel, W. Kammhuber, K. Seigner, E.	Hopfenforschung der LfL, Pflanzenschutz, Hopfenanalytik, Hopfenzüchtung	Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Betriebsausflug	16.07.14	65
IPZ 5	Sichelstiel, W. Lutz, A.	hop research of the LfL, hop breeding, plant protection	AB InBev Brauer	18.07.14	2
IPZ 5	Lutz, A. Sichelstiel, W. Kammhuber, K.	Hopfenzüchtung, Special Flavor-Hopfen, Hopfenanalytik	Schneider Weisse	21.07.14	3
IPZ 5	Lutz, A. Schätzl, J.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Hopfenbau	Schüler Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen	25.07.14	15
IPZ 5	Sichelstiel, W. Kammhuber, K. Seigner, E.	hop research, hop breeding, plant protection, chemical analysis	Barth-Haas Group, Hopfeneinkauf, Pflanze	13.08.14	7
IPZ 5	Seigner, E. Kammhuber, K.	hop research, hop breeding, plant protection, chemical analysis	US-Hopfenverkäufer, Hopfenverwertungsgenossenschaft HVG	13.08.14	4
IPZ 5	Sichelstiel, W. Kammhuber, K. Seigner, E.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Pflanzenschutz, Hopfenbau, chem. Analyse	Thür. Interessenverband Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen	22.08.14	30
IPZ 5	Seigner, E. Sichelstiel, W.	Hopfenforschung der LfL, Aromaanalytik, Hopfenzüchtung, Special Flavor-Hopfen	Brauer von AB-InBev, Beck's Bremen	22.08.14	5
IPZ 5	Lutz, A. Seigner, E. Sichelstiel, W.	hop research, hop breeding, Special Flavor hops	Three Floyds Brewing Company	27.08.14	5
IPZ 5	Seigner, E. Kammhuber, K.	hop research at the LfL, hop breeding, Special Flavor hops, plant protection, hop analytics	Trip Kloser, Craft-Brauer, Bierjournalist	05.09.14	5
IPZ 5	Seefeldler, S. Kammhuber, K.	Hopfenforschung der LfL, Verticillium-Forschung bei Hopfen, Hopfenanalytik	Phytomedizin. Gesellschaft	08.09.14	10
IPZ 5	Seigner, E. Kammhuber, K.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Special Flavor-Hopfen, Aromaanalytik	Brauer und Biersommeliers	09.09.14	15
IPZ 5	Seigner, E. Kammhuber, K.	hop research of the LfL, hop breeding, plant protection, chem. Analysis	Hopfenpflanze	11.09.14	1
IPZ 5	Seigner, E.	hop research at the LfL, hop breeding, Special Flavor hops, hop analytics	Biersommeliers	16.09.14	10
IPZ 5	Sichelstiel, W. Kammhuber, K. Seigner, E.	hop research, hop breeding, Special Flavor hops, plant protection, chemical analytics	Scandinavian Brewing School	29.09.14	8

AG	Betreut von	Thema/Titel	Besuchergruppe	Datum	TZ
IPZ 5	Sichelstiel, W. Kammhuber, K. Lutz, A. Seigner, E.	hop research, innovations	AB InBev, Innovation & Technical Development	01.10.14	5
IPZ 5	Lutz, A. Kammhuber, K.	Hop research of the LfL, hop breeding, hop analytics	Kalsec	19.11.14	2
IPZ 5c	Lutz, A.	Special Flavor-Hopfen und Brauversuche	Deutsche Craft-Brauer	29.01.14	3
IPZ 5c	Lutz, A.	Wildhopfen aus Patagonien	Hopfenpflanzer	29.01.14	1
IPZ 5c	Seigner, E. Lutz, A.	Special Flavor-Hopfen, Züchtung, Hopfenaroma und Bieraroma, Craft-Brauer	Journalist	05.02.14	1
IPZ 5c	Lutz, A.	Special Flavor-Hopfen, Züchtung	August Schell Brewing Company	14.02.14	3
IPZ 5c	Lutz, A. Seigner, E. Kneidl, J.	Hopfenzüchtung, Special Flavor-Hopfen, Mehlauresistenzüchtung, Peronospora-Toleranz-Selektion,	Journalistin, Donaukurier	16.04.14	1
IPZ 5c	Lutz, A.	hop research at the LfL, hop breeding research	AB InBev, Director of Brewing Quality and Innovation	23.05.14	2
IPZ 5c	Lutz, A.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Aroma- und Special Flavor-Hopfen	Braustudenten FH	26.05.14	15
IPZ 5c	Lutz, A. Kneidl, J. Presl, A.	Hopfenzüchtung, männlicher Hopfen	Bayer. Rundfunk, M. Düchs	24.06.14	4
IPZ 5c	Lutz, A.	EU-Registerprüfung - Hopfen	Bundessortenamt	08.07.14	2
IPZ 5c	Lutz, A.	Hopfenforschung, Züchtung,	AB InBev, Brauer	03.09.14	2
IPZ 5c	Lutz, A.	hop breeding, Hüll Special Flavor hops	Firestone Walker and Surly Brewing Co.	04.09.14	1
IPZ 5c	Seigner, E.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Pflanzenschutz, Hopfenanalytik	Hopfeninteressierte (Hopfenführung für alle)	05.09.14	8
IPZ 5c	Lutz, A.	hop breeding, Special Flavor hops	Victory Brewery, Ron Barchet und Team	09.09.14	3
IPZ 5c	Seigner, E.	hop research, hop breeding, plant protection, chemical analytics	AB InBev	21.09.14	46
IPZ 5c	Lutz, A.	Hopfenzüchtung, Special Flavor Hopfen	Brauer – Brauerei Schönram und Störtebeker Braumanufaktur	23.09.14	4
IPZ 5c	Lutz, A.	Erntemuster 2014 von Hüller Sorten und Zuchtstämmen	Brauerei Schönram	23.09.14	1
IPZ 5c	Lutz, A.	Special Flavor hops	New Glarus Brewing Company	30.09.14	2

8.3.4 Ausstellungen und Poster

Veranstaltung	Ausstellungsobjekt bzw. Themen/Poster	Veranstalter	Ausstellungsdauer	AG
Hopfenrundfahrt	Zuchtstämme 2010/08/33 und 2010/72/20 im Großflächen-Versuchsanbau	Verband Deutscher Hopfenpflanzer	28.08.2014	IPZ 5c und IPZ 5d
Hopfenrundfahrt	Entwicklung einer neuen Hopfensorte	Verband Deutscher Hopfenpflanzer	28.08.2014	IPZ 5c und IPZ 5d
Hopfenrundfahrt	Dem Hopfenaroma mit Hightech auf der Spur	Verband Deutscher Hopfenpflanzer	28.08.2014	IPZ 5c und IPZ 5d

8.4 Aus- und Fortbildung

Name, Arbeitsgruppe	Thema	Zielgruppe
Portner, J., IPZ 5a	14.01.2014 – Arbeitskreis Hopfen, Haunsbach	15 Landwirte
Portner, J., IPZ 5a	23.05.2014 – Meisterprüfung – mündl. Prüfung AP, Wolnzach	4 Landwirte
Portner, J., IPZ 5a	13. – 17.10.2014 – Hopfenbauunterricht, LS Pfaffenhofen	16 Landwirte
Schätzl, J., IPZ 5a	06.06.2014 – Infoveranstaltung für Berufsschüler	15 Landwirte
Schätzl, J., IPZ 5a	10.07.2014 – Abschlussprüfung im Ausbildungsberuf Landwirt, Attenhofen	4 Prüflinge
Schätzl, J., IPZ 5a	25.07.2014 – Schultag Hopfen, Hüll	15 Landwirte
Schätzl, J., IPZ 5a	28.08.2014 – Abschlussprüfung im Ausbildungsberuf Landwirt, Thalhausen	2 Prüflinge
Schätzl, J., IPZ 5a Lutz, A., IPZ 5c	25.07.2014 – Schultag Hopfen, Hüll u. Steinbach	15 Landwirte

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

Name	Funktion	Organisation
Schätzl, J.	Mitglied	Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Region Erding und Freising
Seefelder, S.	Mitglied	Gesellschaft für Hopfenforschung
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
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 für Tropenökologie 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 Portner, J.	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 Lehmair, Dr. Erich - HVG, Wolnzach	DBU - Deutsche Bundesstiftung Umwelt
IPZ 5a Portner, J.	Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz - Hopfen	2014-2016	JKI ZEPP Demonstrationbetriebe Hopfen	BLE - Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
IPZ 5a Graf, T.	Anatomische & Morphologische Untersuchungen von Humulus lupulus var. Herkules	2013-2014	TU München	DBU - Deutsche Bundesstiftung Umwelt
IPZ 5a Portner, J.	Entwicklung und Optimierung einer Maschine zur automatischen Hopfenpflücke	2011-2014		BLE - Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Projektträger Innovationsförderung

AG Projekt- leiter	Projekt	Lauf- zeit	Kooperation	Kostenträger
IPZ 5b Weihrauch, F.	Reduzierung oder Ersatz kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau	2010-2014	Öko-Hopfenbaubetrieb	BLE - Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
IPZ 5b Weihrauch, F.	Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen	2013-2016		BLE - Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
IPZ 5b Weihrauch, F.	Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen und integrierten Hopfenbau	2014-2015		HVG - Erzeugergemeinschaft Hopfen e.G.
IPZ 5c Seigner, E.; Lutz, A.	Mehltauisolate und deren Einsatz in der Mehltaresistenz-Züchtung bei Hopfen	2006-2016	EpiLogic GmbH, Agrarbiol. Forschung und Beratung, Freising	Gesellschaft für Hopfenforschung (2013-2014); Erzeugergem. Hopfen HVG (2011-2012; 2015-2016); Wissenschaftl. Station f. Brauerei in München (2006-2010)
IPZ 5c Seigner, E.; Seigner, L.; Lutz, A.	Monitoring von gefährlichen Virus- und Viroid-infektionen von Hopfen in Deutschland	2011-2015	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V. Hopfenbauberater	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.
IPZ 5c Lutz, A.; Seigner, E.	Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettnanger	2011-2016	Versuchsgut Straß, Franz Wöllhaf	MLR-BW - Ministerium für ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Baden-Württemberg; Hopfenpflanzerverband Tettnang; Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.; Gesellschaft f. Hopfenforschung e.V.
IPZ 5c Seigner, E.; Lutz, A.	Schnellere Bereitstellung von virusfreiem Hopfen durch verbesserte in vitro-Gewebekultur	2014-2015	IPS 2c, Dr. L. Seigner, Virusdiagnostik	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.

10 Forschungsschwerpunkte

AG	Projekt	Laufzeit	Kooperation
5a	Erprobung und Etablierung technischer Hilfsmittel zur Optimierung der Trocknung und Konditionierung von Hopfen	2003 - 2015	
5a	Verschiedene Düngeversuche zur Optimierung der Nährstoffversorgung im Hopfenbau	2003-2015	
5a	Erstellung einer Datensammlung als Grundlage für betriebswirtschaftliche Kalkulationen	2006-2015	
5a	Hallertauer Modell zum ressourcenschonenden Hopfenanbau	2010-2014	Landesamt für Wald- und Forstwirtschaft Landesamt für Umwelt Fa. Ecozept,
5a	Sortenreaktion auf Reduzierung der Gerüsthöhe auf 6 m	2012-2014	
5a	Variation des Einsaat- und Einarbeitungszeitpunkts der Zwischenfrucht in Hopfen	2012-2014	IAB
5a	Einfluss von Kalkstickstoff (KSS) auf <i>Verticillium albo-atrum</i>	2012-2014	
5a	Evaluierung von spezifischem Wasserbedarfunterschiedlicher Hopfensorten bei saugspannungsabhängiger Bewässerung	2012-2014	
5a	Anatomische & Morphologische Untersuchungen von <i>Humulus lupulus</i> var. <i>Herkules</i>	2013-2014	TU München
5a	Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz - Hopfen	2014-2016	JKI ZEPP Demonstrationsbetriebe Hopfen
5a	Erntezeitversuche bei den Sp. Flavor-Hopfensorten MB, HC und PA	2014-2016	
5b	Entwicklung des weltweiten Öko-Hopfenanbaues	2011-2022	Joh. Barth & Sohn GmbH & Co. KG, Nürnberg
5b	Monitoring und Diagnose von Schnellkäfern (Elateridae) in Hopfengärten der Hallertau	2010-2015	Julius-Kühn-Institut, Braunschweig Syngenta Agro GmbH, Maintal
5c	In situ Erhaltung und Weiterentwicklung des bayerischen Genpools bei Hopfen	2001-2025	
5c	Züchtung von Hopfen mit besonderen Inhaltsstoffen	2006-2022	EpiLogic GmbH, Agrarbiol. Forschung und Beratung; BayWa, Dr. Dietmar Kaltner; Hopfenverwertungsgenossenschaft HVG e.G.; Hopsteiner, Dr. Martin Biendl Barth-Haas Group, Dr. Christina Schönberger
5c	Züchtungsprogramm "Special Flavor Hops"	2006-2020	Hopfen-Beratungsgremium der GfH TUM, LS Brautechnologie, Dr. F. Schüll Bitburger Versuchsbrauerei, Dr. S. Hanke Hopfenwirtschaft; Brauwirtschaft
5c	Differenzierung von Hopfensorten über molekulare Techniken als Beitrag zur Qualitätssicherung	2007-2022	Vermehrungsbetrieb; Hopfenhandel

AG	Projekt	Laufzeit	Kooperation
5c	Meristemkulturen zur Erzeugung von gesundem Basismaterial bei Hopfen	2008-2022	IPS 2c - Seigner, L. und Team IPZ 5b - Ehrenstraßer, O.
5c	Brauerexperimente mit Special Flavor-Hopfen - LfL als Kooperationspartner von Brauereien	2011-2022	Hopfenhandelshäuser; Verband der Deut. Hopfenpflanzer; Techn. Universität München, Lehrstuhl Brau- und Getränketechnologie; Brauereien weltweit
5c	Züchtung von Hopfensorten mit besonderer Eignung zum Anbau auf Niedrigergerustanlagen	2012-2020	
5c	Erarbeitung und Optimierung von Selektionssystemen zur Testung auf Peronospora-Toleranz bei Hopfen	2012-2015	Prof. Dr. Thomas Ebertseder, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft
5c	Untersuchung von Pflanzgut auf Verticillium	2013-2022	
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 Analyseparametern 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 / Wolzach / Freising waren im Jahre 2014 tätig (AG = Arbeitsgruppe):

IPZ 5

Koordinator:

LD Wolfgang Sichelstiel

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
Lutz Maria (ab 01.03.2014)
LR Schätzl Johann

IPZ 5b

AG Pflanzenschutz im Hopfenbau

LD Sichelstiel Wolfgang

LTA Ehrenstraßer Olga
Felsl Maria
Dipl.-Ing. (FH) Jereb Marina
LI Meyr Georg
Dipl.-Ing. (FH) Schwarz Johannes (bis 31.12.14)
Weiher Johann
Dr. rer. nat. Weihrauch Florian
M.Sc. Wörner Laura (ab 01.12.14)

IPZ 5c
AG Züchtungsforschung Hopfen
RD Dr. Seigner Elisabeth

Dandl Maximilian
BTA Eisenbraun Daniel
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
Pflügl Ursula
Presl Irmgard
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