



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.

Jahresbericht 2016

Sonderkultur Hopfen



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

März 2017



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 2017

Druck:

Schutzgebühr: 5,- €

Vorwort

2016 war für die Hopfen- und Brauwirtschaft ein besonderes Jahr. Die Deutschen Brauer feierten das Jubiläum „500 Jahre Bayerisches Reinheitsgebot“ und damit das älteste noch gültige Lebensmittelrecht in Deutschland – ein Qualitätsversprechen für das Bayerische und das Deutsche Bier. Festveranstaltungen, viele Sonderberichte in Presse, Funk und Fernsehen, überregionale und lokale Bierfestivals und nicht zuletzt die Bayerische Landesausstellung „Bier in Bayern“ lenkten den Blick der Öffentlichkeit auf die Qualität des Bieres, aber auch auf die seiner Rohstoffe Hopfen und Malz.

Die Gesellschaft für Hopfenforschung konnte auf 90 Jahre Forschungsarbeit in Hüll zurückblicken, die seit 1974 in Kooperation mit dem Freistaat Bayern erfolgt. Die vielfältigen Forschungsaktivitäten zur Produktionstechnik, zur Düngung und zum Pflanzenschutz, zu Inhaltsstoffen, zur Qualitätssicherung und insbesondere das erfolgreiche Züchtungsprogramm trugen maßgeblich zum Erfolg der Hopfenerzeugung in Deutschland und zur Rohstoffsicherheit für die Brauwirtschaft bei.

Die Hopfenpflanzler selbst durften sich nach dem Dürrejahr 2015 endlich wieder über eine ertragreiche Hopfenernte freuen, die zudem auch zu guten Preisen verkauft werden konnte. Mit attraktiven Vertragsangeboten geht auch die Hopfenfläche wieder nach oben. Neue Hopfenanlagen in allen Anbaugebieten zeugen von der optimistischen Stimmung bei den Landwirten.

Der Hopfenmarkt kennt aber nicht nur eine Richtung, das ist jedem Marktbeteiligten bewusst. Es gilt daher, in Zeiten des Aufschwungs Chancen zu ergreifen, ohne bestehende Risiken außer Acht zu lassen. Eine Chance ist die weiterhin steigende Nachfrage nach Craft-Bieren weltweit. Mit ‚Callista‘ und ‚Ariana‘ wurde für zwei weitere Hüller Neuzüchtungen aus dem Bereich der Special-Flavor-Hopfen Sortenschutz beantragt. Rückmeldungen von Hopfenbauern und Brauern machen Hoffnung, dass beide Sorten eine gute Ergänzung für dieses Marktsegment darstellen. Marktchancen, die sich durch den Rückzug der US-Pflanzler aus dem Bitterhopfensektor ergeben, können mit den leistungsfähigen Hüller Hochalphasorten bedient werden.

Den Chancen stehen aber auch Risiken gegenüber. Neben dem Marktrisiko sind die Hopfenpflanzler im zunehmenden Maße Risiken bei der Erzeugung ausgesetzt. Auswirkungen des fortschreitenden Klimawandels, der Wegfall von Pflanzenschutzmitteln bei gleichzeitig erhöhten Anforderungen an die Zulassung neuer Produkte oder die Ausbreitung der Welkekrankheit sind Probleme, denen es sich zu stellen gilt. Die Hopfenforschung ist dabei insbesondere gefordert, Lösungsbeiträge für diese Herausforderungen zu finden. So starten in diesem Jahr Forschungsprojekte zur Verticillium-Welke und zu einer verbesserten Düngeeffizienz mittels Bewässerung. Eine enge Kooperation zwischen den Arbeitsgruppen Produktionstechnik, Pflanzenschutz, Züchtung, Analytik und Ökologie mit Hopfenpflanzern, Hopfenwirtschaft, Brauern und Wissenschaftlern weltweit steckt den Rahmen für die Forschungsarbeit ab.

Im vorliegenden Bericht werden aktuelle Versuche sowie Forschungs- und Beratungsprojekte vorgestellt. Die Hopfenforschung ist für die aktuellen Herausforderungen gerüstet, um den Hopfenbau in Bayern und Deutschland in die Zukunft zu begleiten. Erfolge sind dabei keine Selbstverständlichkeit. Entscheidend für den Erfolg sind hier Engagement, Fleiß, Ausdauer und Kreativität der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Hüll, Wolnzach und Freising. Ihnen soll an dieser Stelle ein besonderer Dank ausgesprochen werden.

Dr. Michael Möller
Vorsitzender des Vorstandes
der Gesellschaft für Hopfenforschung

Dr. Peter Doleschel
Leiter des Instituts für
Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen	7
1.1	Laufende Forschungsvorhaben	7
1.2	Forschungsschwerpunkte	23
1.2.1	Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik	23
1.2.2	Forschungsschwerpunkte Pflanzenschutz im Hopfen.....	24
1.2.3	Forschungsschwerpunkte Züchtung.....	25
1.2.4	Forschungsschwerpunkte Hopfenqualität und Analytik	28
2	Witterung und Wachstumsverlauf 2016 - Auswirkungen auf produktionstechnische Maßnahmen in der Hallertau.....	31
3	Statistische Daten zur Hopfenproduktion	34
3.1	Anbaudaten	34
3.1.1	Struktur des Hopfenbaus	34
3.2	Ertragssituation im Jahr 2016.....	38
4	Züchtungsforschung Hopfen.....	41
4.1	Kreuzungen 2016	41
4.2	Die Hüller Special Flavor-Hopfen-Sorten - einzigartige Aromakompositionen und entscheidende Vorteile für Hopfenpflanzer und Brauer.....	41
4.3	Neuer Zuchtstamm 2011/02/04 von GfH für Großflächenversuchs-anbau und für standardisierte Brauversuche freigegeben	43
4.4	Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettninger	46
4.5	Entwicklung von leistungsstarken, gesunden Hopfen mit hohen Alphasäuregehalten und besonderer Eignung für den Anbau im Elbe-Saale-Gebiet	48
4.6	Forschung und Arbeiten zur Verticillium-Problematik bei Hopfen	50
4.7	Etablierung eines Blatt-Testsystems zur Beurteilung der Toleranz von Hopfen gegenüber Falschem Mehltau (<i>Pseudoperonospora humuli</i>)	54
4.8	Meristemkultur zur Erzeugung von gesundem Pflanzgut.....	56
5	Hopfenbau, Produktionstechnik.....	58
5.1	Nmin-Untersuchung 2016.....	58
5.2	Optimierung des Bewässerungsmanagements im Hopfenbau (ID 4273)	60
5.3	Reaktion der Sorten Perle, Polaris und Herkules auf Reduzierung der Gerüsthöhe (6 m).....	60
5.4	Testung eines alternativen Aufleitsystems in den Hopfensorten Perle und Herkules hinsichtlich Selbstanleitung, Pflanzenwachstum, Ertrag und Qualität.....	67
5.5	Erntezeitversuche bei den Flavor-Hopfensorten Mandarina Bavaria, Hallertau Blanc und Polaris	73
5.6	LfL-Projekte im Rahmen der Produktions- und Qualitätsinitiative.....	76
5.6.1	Jährliche Erhebung, Untersuchung und Auswertung von Qualitätsdaten von Hopfen nach der Ernte	76
5.6.2	Jährliche Erhebung und Untersuchung des Schädlingsbefalls in repräsentativen Hopfengärten in Bayern.....	78

5.6.3	Ringanalysen zur Qualitätssicherung bei der Alphasäurenbestimmung für Hopfenlieferungsverträge.....	79
5.7	Beratungs- und Schulungstätigkeit	79
5.7.1	Informationen in schriftlicher Form.....	79
5.7.2	Internet und Intranet.....	79
5.7.3	Telefonberatung, Ansagedienste	80
5.7.4	Vorträge, Tagungen, Führungen, Schulungen und Versammlungen.....	80
5.7.5	Aus- und Fortbildung	80
6	Pflanzenschutz im Hopfen.....	81
6.1	Schädlinge und Krankheiten des Hopfens	81
6.1.1	Blattlaus	81
6.1.2	Gemeine Spinnmilbe.....	82
6.1.3	Peronospora.....	82
6.2	Implementierung von zwei Prognosemodellen zur Bekämpfung des Echten Mehltaus in Hopfen in ISIP und Vergleich der Prognoseergebnisse in den Jahren 2014 bis 2016.....	84
7	Ökologische Fragen des Hopfenbaus	86
7.1	Spinnmilbenversuch Oberulrain 2016	86
8	Hopfenqualität und Analytik	88
8.1	Allgemeines.....	88
8.2	Die Craft Brewer Bewegung– eine neue Chance.....	89
8.2.1	Die Aromastoffe gewinnen an Bedeutung	89
8.3	Optimierung der Inhaltsstoffe als Zuchtziel.....	90
8.3.1	Anforderungen der Brauindustrie	90
8.3.2	Alternative Anwendungsmöglichkeiten.....	91
8.4	Welthopfensortiment (Ernte 2015)	93
8.5	Verbesserung der Aromaanalytik mit dem neuen Gaschromatographie-Massenspektrometer-System.....	99
8.5.1	Identifizierung von Ölkomponenten	99
8.5.2	Untersuchungen über Schwefelverbindungen.....	102
8.5.2.1	Alkylsulfide und Polysulfide.....	104
8.5.2.2	Thioester.....	105
8.5.2.3	Polyfunktionale Thiole	106
8.6	Trocknungsprojekt Jakob Münsterer.....	108
8.7	Ringanalysen zur Ernte 2016	109
8.7.1	Auswertung von Kontrolluntersuchungen	111
8.8	Erweiterung der NIRS Kalibrierung	113
8.9	Analysen für die Arbeitsgruppe IPZ 3d „Heil- und Gewürz-pflanzen“	114
8.10	Kontrolle der Sortenechtheit im Jahr 2016	116
9	Veröffentlichungen und Fachinformationen	117
9.1	Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit	117
9.2	Veröffentlichungen	117
9.2.1	Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge	117

9.2.2	LfL-Schriften.....	119
9.2.3	Beiträge in Rundfunk und Fernsehen.....	119
9.3	Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen	120
9.3.1	Veranstaltungen der LfL	120
9.3.2	Externe Veranstaltungen	120
9.3.3	Vorträge.....	120
9.3.4	Führungen	128
9.3.5	Ausstellungen und Poster.....	131
9.4	Aus- und Fortbildung	132
9.5	Mitarbeit in Arbeitsgruppen, Mitgliedschaften.....	133
10	Personal IPZ 5 - Arbeitsbereich Hopfen.....	134

1 Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen

1.1 Laufende Forschungsvorhaben

Steigerung der Trocknungsleistung und Qualitätsverbesserung von Hopfen in Bandtrockner (ID 5382)

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung , AG Hopfenbau, Produktionstechnik (IPZ 5a)
Finanzierung:	Erzeugergemeinschaft HVG e. G.
Projektleitung:	J. Portner
Bearbeitung:	J. Münsterer
Kooperation:	Ingenieurbüro Dipl.-Ing. Christian Euringer, Geisenfeld-Gaden Hopfenbaubetriebe in der Hallertau
Laufzeit:	2015 – 2017

Ziel

Beim Bandtrockner soll durch eine gezielte Regelung der Luftgeschwindigkeit und der Trocknungstemperatur im vorderen Drittel des oberen Trocknungsbandes die Trocknungsleistung deutlich gesteigert und häufig auftretende Qualitätsbeeinträchtigungen vermieden werden. Dazu sind technische Umrüstungen bzw. Optimierungen der Luftführungssysteme notwendig.

Anhand einer Strömungssimulation konnten die Strömungsverhältnisse im Bandtrockner aufgezeigt werden. Die Auswertung ergab, dass durch den Einbau von Lochblechen zwischen den Trocknungsbändern eine gleichmäßigere Luftverteilung über die Trocknungsflächen auch bei höheren Luftgeschwindigkeiten erreicht werden könnte. Dies soll durch den Einbau und die Erprobung in einem bestehenden Bandtrockner unter Praxisbedingungen untersucht werden.

Methode

Auf der Grundlage von technischen Zeichnungen von Originalplänen sowie den Daten zu den installierten Heiz- und Gebläseleistungen simulierte die Firma HTCO GmbH aus Freiburg die Strömungsverhältnisse in einem praxisüblichen Bandtrockner. Entsprechend wurden in einem Praxisbandtrockner Lochbleche nach Vorgabe aus den Ergebnissen der Strömungssimulation zwischen den Bändern eingebaut. Mit Wärmebildtechnik und Data-Loggern wurde die Luft- und Temperaturverteilung im Bandtrockner während der Trocknung dokumentiert.

Ergebnis

Nach Einbau der Lochbleche erhöhte sich der Strömungswiderstand der eingeblasenen Trocknungsluft und es konnte eine gleichmäßigere Verteilung aus den seitlichen Luftzuführungen festgestellt werden. Dadurch war auch bei höheren Luftgeschwindigkeiten eine gleichmäßigere Luftverteilung gegeben. Durch die höheren Luftgeschwindigkeiten konnte in dem Bandtrockner mit den eingebauten Lochblechen zum Zeitpunkt der höchsten Wasserabgabe das freiwerdende Wasser schneller abgeführt werden als bei baugleichen Bandtrocknern ohne Lochbleche.

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

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung , AG Hopfenbau, Produktionstechnik (IPZ 5a)
Finanzierung:	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
Projektleitung:	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 – 31.12.2018

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.

Methodik und Maßnahmen

Auf fünf konventionellen Hopfenbaubetrieben in der Hallertau (Standorte: Geibenstetten, Buch, Einthal, Dietrichsdorf und Mießling) wurden je drei Demoschläge betreut, 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. Bei Bedarf wurde der Befall von Teilflächen 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 Online-Programmen erfasst und zur Auswertung ans JKI übermittelt.

Zur Veranschaulichung der Maßnahmen des integrierten Pflanzenschutzes wurde ein Feldtag für interessierte Hopfenpflanzer auf dem Betrieb Kronthaler in Dietrichsdorf durchgeführt. Dabei wurden an verschiedenen Stationen die Einsatzmöglichkeiten der Sensortechnik im Pflanzenschutz und verschiedene Geräte zur Einarbeitung von Zwischenfrüchten vorgestellt. Zum Thema Bodenschutz wurde ein Regensimulator vorgeführt und die Mulchabdeckung im Feld bestimmt.

Die jährlich zu Erntebeginn stattfindende Pflanzenschutztagung für die Vertreter der Pflanzenschutzindustrie, Hopfenorganisationen und Fach- bzw. Zulassungsbehörden fand letztes Jahr auf dem Demonstrationsbetrieb Obster in Buch statt. Neben Fachvorträgen beeindruckte die Vorführung von Sprühgeräten im Hopfen mit und ohne Abdriftminderung.

Ergebnis

Die Beratung und Umsetzung der nicht chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen waren durchwegs erfolgreich. Die notwendigen chemischen Pflanzenschutzbehandlungen waren ebenfalls ausreichend mit einer Ausnahme: Bei einem Demonstrationsbetrieb wurde bei der Ernte ertragswirksamer Blattlausbefall in den Hopfendolden festgestellt, der durch eine zusätzliche Pflanzenschutzbehandlung zum Zeitpunkt der Blüte verhindert werden hätte können.

Der Feldtag und die Pflanzenschutzfachtagung fanden bei den Hopfenpflanzern und in Fachkreisen große Beachtung und waren eine überzeugende Demonstration des integrierten Pflanzenschutzes.

Auswertungen der Datenerfassungen liegen derzeit noch nicht vor. Damit können Aussagen zu möglichen Pflanzenschutzmitteleinsparungen durch die intensive Kontrolle und gezielte Beratung zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht gemacht werden.

Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettninger

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen (IPZ 5c) und AG Hopfenqualität/Hopfenanalytik (IPZ 5d)
Finanzierung:	Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Baden-Württemberg Hopfenpflanzerverband Tettngang; Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G. Gesellschaft für Hopfenforschung e.V. (2011-2014)
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 - 31.12.2019

Ziel

Durch klassische Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettninger soll eine Sorte entwickelt werden, die ein klassisch feines, dem Tettninger ähnliches Aroma aufweist. Zugleich soll in den Neuzüchtungen Ertragspotenzial und Pilzresistenz im Vergleich zum ursprünglichen Tettninger deutlich verbessert werden.

Einzelheiten zu Methoden und Ergebnissen unter 4.4.

Entwicklung von leistungsstarken, gesunden Hopfen mit hohen Alphasäuregehalten und besonderer Eignung für den Anbau im Elbe-Saale-Gebiet

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen (IPZ 5c)
Finanzierung:	Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen-Anhalt Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft Sachsen Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
Projektleitung:	Dr. E. Seigner, A. Lutz
Bearbeitung:	A. Lutz, J. Kneidl, H. Grebmair und Züchtungsteam (alle IPZ 5c) Dr. K. Kammlhuber, C. Petzina, B. Wyszkon, M. Hainzmaier und S. Weihrauch (alle IPZ 5d)
Kooperation:	Hopfenpflanzerverband Elbe-Saale e.V. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) Hopfenbetrieb Berthold
Laufzeit:	01.01.2016 - 31.12.2019

Ziel

Neue leistungsfähige und robuste Hopfenstämme sollen gezüchtet und getestet werden, die durch ihre hohen Alphasäuregehalte und ihre breiten Widerstandsfähigkeiten, insbesondere gegenüber Stockfäuleerregern, auch unter den speziellen Bedingungen des Anbaugebietes Elbe-Saale produziert werden können. Zur Umsetzung dieses Zieles werden zum einen Hoch-alpha-Zuchtstämme neu entwickelt und zum anderen bereits vorselektierte Stämme aus dem laufenden Hüller Hochalpha-Züchtungsprogramm im Elbe-Saale-Anbaugebiet von einem Pflanzler auf ihre Standorteignung geprüft.

Siehe Details zu Durchführung und Kenntnisstand unter 4.5

Mehltauisolate und ihr Einsatz in der Mehлтаuresistenzzüchtung bei Hopfen

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen (IPZ 5c)
Finanzierung:	Gesellschaft für Hopfenforschung e.V. (2013 – 2014; 2017-2018) 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 – 31.12.2018

Ziel

Gesteigerte Resistenz gegenüber Krankheiten, insbesondere gegenüber Echtem Mehltau ist nach wie vor oberste Priorität bei der Entwicklung neuer Zuchtsorten. Deshalb werden jedes Jahr Sämlinge aus allen Züchtungsprogrammen im Gewächshaus in Hüll und nachfolgend im Labor unter Nutzung eines Blatt-Testsystems auf Mehltauresistenz geprüft. Von EpiLogic, Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising, werden dazu Mehltausolate mit allen aktuell bekannten Virulenzgenen für die verschiedenen Arbeiten rund um die Mehltauresistenzzüchtung bereitgestellt.

Beschreibung der Arbeiten

11 charakterisierte Einzelspor-Isolate von *Sphaerotheca macularis*, dem Echten Mehltaupilz bei Hopfen, werden alljährlich zusammen mit den Resistenztestsystemen im Gewächshaus und Labor für folgende Fragestellungen bzw. Untersuchungen eingesetzt:

- **Erhaltung der Mehltausolate und Charakterisierung ihrer Virulenzeigenschaften**
- **Prüfung alle Sämlinge auf Mehltauresistenz im Gewächshaus in Hüll**
- **Prüfung der Mehltauresistenz mit dem Blatt-Testsystem im Labor von EpiLogic**
- **Beurteilung der Virulenzsituation im Anbaugebiet und Bewertung der Resistenzquellen mit dem Blatt-Testsystem**

Details zur Mehltauresistenzzüchtung unter

<http://www.lfl.bayern.de/ipz/hopfen/116878/index.php>



Resistenztest im Gewächshaus in Hüll mit Sämlingen aus den verschiedenen Züchtungsprogrammen. Hochanfällige Hopfen, sog. Inokulatorpflanzen, die mit für die Hallertau typischen Mehltaustämmen infiziert sind, dienen als kontinuierliche Infektionsquelle für die jungen Sämlinge. Hier können die Sämlinge beweisen, wie widerstandsfähig sie gegenüber Echtem Mehltau sind.



Im Gewächshaus als mehltauresistent eingestufte Sämlinge werden bei EpiLogic im Labortest weiter geprüft. Dabei werden die Blätter mit weiteren Mehltausolaten definierter Virulenzen beimpft und die Reaktion der Blätter im Vergleich zur hochanfälligen Sorte Northern Brewer begutachtet.

Tab. 1.1: Überblick zur Mehлтаuresistenztestung 2016 mit Mehлтаuisolaten definierter Virulenz

2016	Testung im Gewächshaus		Blatt-Test im Labor EpiLogic	
	Pflanzen	Boniturdaten	Pflanzen	Boniturdaten
Sämlinge aus 91 Kreuzungen	ca. 100.000 bei Massenselektion		-	-
Zuchtstämme	120	182	120	734
Sorten	18	44	7	50
Wildhopfen	3	6	3	17
Virulenzen Mehлтаuisolate	-	-	11	603
Gesamt (Einzeltestungen)	141	232	141	1 404

Massenselektion in Pflanzschalen; Einzeltestungen = 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 (IPZ 5c)
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 (Virusdiagnostik)
Laufzeit:	01.07.2014 – 31.12.2016

Ziel

Als Teil der Qualitätsoffensive bei Hopfen hat virusfreies Pflanzmaterial seit Jahren große Bedeutung. Die Ergebnisse aus dem Virus- und Viroid-Monitoring der deutschen Hopfenbau-regionen und der Hüller Zuchtgärten (Seigner et al., 2014) belegen ganz klar, wie wichtig es ist, mit der Meristemkultur eine Technik zur Verfügung zu haben, über die Viren aus Pflanzmaterial eliminiert werden können. Ziel dieser Arbeiten ist es, diese biotechnologische Methode zur Bereitstellung von virusfreiem Hopfen deutlich zu beschleunigen.

Mehr Informationen unter 4.8

Referenz

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.

Forschung und Arbeiten zur *Verticillium*-Problematik bei Hopfen

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen und (IPZ 5c) AG Hopfenbau/Produktionstechnik (IPZ 5a)
Finanzierung:	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
Projektleitung:	Dr. E. Seigner
Bearbeitung:	P. Hager, R. Enders (seit 01.04.2016), A. Lutz (alle IPZ 5c)
Kooperation:	Dr. S. Radišek, Slovenian Institute of Hop Research and Brewing, Slowenien Prof. B. Javornik, Universität Ljubljana, Slowenien Hopfenbau und Produktionstechnik, IPZ 5a
Laufzeit:	seit 2008 – 30.05.2020



Mit *Verticillium* infizierte Hopfenreben sterben ab. Im unteren Teil der mit dem Welkepilz infizierten Reben zeigen sich oft braunefarbte Wasserleitungsbahnen.

Ziel

Seit etwa 10 Jahren tritt in einigen Regionen der Hallertau verstärkt die *Verticillium*-Welke auf, die durch die Bodenpilze *Verticillium albo-atrum* (= *Verticillium nonalfalfae*) und in wenigen Fällen auch durch *Verticillium dahliae* verursacht wird. 2009 wurden erstmals aggressivere Welkepilze nachgewiesen (Seefelder et al., 2009), die auch bei früher als Welketolerant eingestuften Hopfensorten zu deutlichen Welkesymptomen und zum Absterben der Reben führen.

Da es keine direkte Bekämpfungsmöglichkeit von *Verticillium* über Pflanzenschutzmittel gibt, stellt der Welkepilz die Hopfenpflanzer wie auch die Hopfenforschung der LfL vor große Herausforderungen.

Ein entscheidender Baustein, um eine weitere Verbreitung des *Verticillium*-Welkepilzes zu verhindern, ist neben der Umsetzung von pflanzenbaulichen und phytosanitären Maßnahmen (siehe „Grünes Heft“) die Bereitstellung von *Verticillium*-freiem Pflanzgut.

Details zu diesen Arbeiten unter 4.6.

Monitoring von gefährlichen Viroid-Infektionen an Hopfen in Deutschland

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz, AG Virologie (IPS 2c) und Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen (IPZ 5c)
Finanzierung:	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.
Projektleitung:	Dr. L. Seigner, Institut für Pflanzenschutz (IPS 2c); Dr. E. Seigner, A. Lutz (IPZ 5c)
Bearbeitung:	L. Keckel, J. Hüttinger (IPS 2c); A. Lutz, J. Kneidl (IPZ 5c)
Kooperation:	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 2016

Ziel

Mit der Zielsetzung die deutsche Hopfenproduktion von Viroidinfektionen frei zu halten, wird in einem von der Wissenschaftlichen Station für Brauerei in München e.V. seit 2011 geförderten Projekt ein breitangelegtes Monitoring auf gefährliche Viroidinfektionen im deutschen Hopfenbau durchgeführt. Seit 2014 wird nicht nur auf das gefürchtete, in anderen Ländern wie USA, Slowenien, Japan, Korea, China bereits auftretende Hopfenstauche-Viroid (HpSVd), sondern auch auf das in Slowenien 2013 erstmals an Hopfen nachgewiesene, nicht weniger gefährliche Citrus viroid IV (CVd IV = Citrus bark cracking viroid, CBCVd) (Radišek et al. 2013) getestet.

Durch den weltweiten Austausch von Hopfenfechsern besteht die reelle Gefahr, dass die beiden Viroide in den deutschen Hopfenanbau eingeschleppt werden und erheblichen wirtschaftlichen Schaden verursachen. Die Viroide werden mechanisch sehr leicht innerhalb eines Bestandes sowie von Bestand zu Bestand verbreitet und sind durch Pflanzenschutzmaßnahmen nicht zu bekämpfen. Unser Monitoring zur Aufdeckung und Eliminierung primärer Befallsherde sowie zur Abklärung der Verbreitung dieser Pathogene ist daher als Vorbeugemaßnahme essenziell.

Methode

Die Proben stammten aus verschiedenen Anbauregionen Deutschlands von Praxisflächen wie auch von den Züchtungsgärten der LfL und einem Vermehrungsbetrieb. Auch Wildhopfen der Hüller Wildhopfensammlung wurden beprobt. Bevorzugt wurden dabei Pflanzen mit verdächtigem Erscheinungsbild ausgewählt. Zudem wurden ausländische Sorten sowie unter Quarantänebedingungen gehaltene Pflanzen aus dem Ausland getestet. Die Untersuchungen der Proben auf HpSVd und CVd IV erfolgten über RT-PCR. Zusätzlich wurde bei der RT-PCR eine interne RT-PCR-Kontrolle auf Hopfen-mRNA mitgeführt.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 327 Proben im Rahmen des deutschlandweiten Viroidmonitorings auf HpSVd und CVd IV analysiert. In keiner Probe konnte ein Befall mit HpSVd oder CVd IV bestätigt werden. Offensichtlich sind beide Viroide noch nicht im deutschen Hopfenbau angekommen. Dennoch muss das Monitoring weiterhin fortgesetzt werden und insbesondere Einfuhren von Pflanzgut müssen intensiv kontrolliert werden, um erste Befallsherde konsequent tilgen zu können. Eine Einschleppungsgefahr besteht insbesondere durch den Import von Hopfenpflanzgut aus den USA, da in den USA Befall mit HpSVd verbreitet ist (Seigner et al. 2016: Hopfenviroide eine andauernde Gefahr. Hopfenrundschau 09/2016, 238-239).

Tab. 1.2: 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 Kontrolle auf Hopfen-mRNA (Seigner et al., 2008) mitgeführt, um das Funktionieren der RT-PCR zu überprüfen.

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., Radišek, 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 - Monatsschrift für Brauwissenschaft*, 67 (May/June 2014), 81-87.

Seigner, E., Seigner, L., Lutz, A. (2015): Monitoring von gefährlichen Viren und Viroiden in deutschen Hopfgärten. *Brauwelt Wissen*, Nr. 26, 757-760.

Seigner, L., Seigner, E., Lutz, A. (2015): Monitoring of dangerous virus and viroids in German hop gardens. *Brauwelt International*, VI, Vol. 33, 376-379.

Dank

Wir danken Dr. Sebastjan Radišek, Slowenien, für seine Unterstützung bei diesen Arbeiten.

Präzisionszüchtung für Hopfen

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Universität Hohenheim Pflanzenbiotechnologie und Molekularbiologie Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie
Finanzierung:	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Baden-Württemberg Hopfenpflanzerverband Tettang; Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G. Universität Hohenheim.
Projektleitung:	Dr. M. H. Hagemann, Universität Hohenheim (Gesamtprojekt) Dr. E. Seigner (LfL)
Bearbeitung:	AG Züchtungsforschung Hopfen (IPZ 5c): A. Lutz, J. Kneidl, E. Seigner und Züchtungsteam AG Hopfenqualität/Hopfenanalytik (IPZ 5d): Dr. K. Kamhuber, C. Petzina, B. Wyschkon, M. Hainzmaier und S. Weihrauch AG Genom-orientierte Züchtung (IPZ 1d), Prof. Dr. V. Mohler AG Züchtungsforschung Hafer und Gerste (IPZ 2c), Dr. Th. Albrecht
Kooperation:	Universität Hohenheim: Dr. M. H. Hagemann; Prof. Dr. J. Wünsche, Prof. Dr. Piepho; Dr. Möhring; Pflanzenbiotechnologie und Molekularbiologie: Prof. Dr. G. Weber Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie: Prof. Dr. D. Weigel Hopfenpflanzerverband Tettang
Laufzeit:	01.07.2015 - 31.03.2017

Ziel

Das Ziel des Projektes ist es, der deutschen Hopfenzüchtung mit der Präzisionszüchtung ein innovatives Werkzeug bereitzustellen, um hochwertige und robuste Sorten für die Hopfen- und Brauwirtschaft schneller züchten zu können. So kann auf neue Klima-, Anbau- und Verbraucheranforderungen effizienter reagiert werden. In der ersten Projektphase (2015 – 2017) wird dazu eine genetische Karte für Hopfen entwickelt. Phänotypische Daten und genetische Daten werden dann in der zweiten Projektphase (2017-2019) mittels Assoziationskartierung verrechnet und zur anwendungsorientierten Präzisionszüchtung ausgebaut. Mit der Präzisionszüchtung kann das Zuchtpotenzial zukünftiger Züchtungspopulationen schneller beurteilt werden und erstmals auch das Zuchtpotenzial für männliche Pflanzen vorhergesagt werden.

Methode

- Erstellung einer Kartierpopulation
- Erfassung phänotypischer Daten: Bonituren agronomischer Merkmale und chemische Analyse der Inhaltsstoffe
- Assoziations- und QTL-Kartierung

Präzisionszüchtung für Hopfen – Teilprojekt Mehltaresistenz für die genomweite Assoziationskartierung

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen (IPZ 5c)
Finanzierung:	Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft (Wifö)
Projektleitung:	Dr. E. Seigner, A. Lutz
Bearbeitung:	A. Lutz, J. Kneidl, E. Seigner und Züchtungsteam
Kooperation:	EpiLogic Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising Dr. F. Felsenstein und Stefanie Hasyn
Laufzeit:	01.01.2016 - 31.12.2017

Ziel

Mit den zuverlässigen Prüfsystemen zur Mehltaresistenztestung im Gewächshaus und im Labor unter Nutzung des Blatt-Testsystems ist es möglich, auch für Einzelindividuen einer Kartierpopulation aussagekräftige Einschätzungen zu bekommen. Diese phänotypischen Daten werden nachfolgend zusammen mit den Sequenzdaten aus dem Projekt „Präzisionszüchtung für Hopfen“ verrechnet, um eine vorläufige QTL-Kartierung für verschiedene Mehltau-Resistenzgene zu entwickeln.

Methode

- Mehltaresistenz-Prüfsystem im Gewächshaus
- Blatt-Testsystem im Labor von EpiLogic (siehe Seigner et al., 2002)

Ergebnis

Im Frühjahr 2016 wurden 300 F1-Individuen einer speziellen Kartierpopulation im Gewächshaus mit Mehltausisolaten definierter Virulenzen auf ihre Resistenz hin untersucht. Die Blätter von Sämlingen, die im Gewächshaus keine Mehltauinfektionen zeigten, wurden mit zwei speziellen Mehltausstämmen über das Blatt-Testsystem von EpiLogic differenziert. Zur Verifizierung der bisherigen Bonituren wird 2017 ein großer Teil der F1-Hopfen nochmals im Gewächshaus dem Mehltaresistenzscreening unterzogen. Des Weiteren werden durch den nachfolgenden Blatttest die Reaktionen auf definierte Virulenzeigenschaften der beiden im Blatt-System eingesetzten Mehltausolate nochmals konkretisiert.

Referenz

Seigner, E., S. Seefelder und F. Felsenstein (2002): Untersuchungen zum Virulenzspektrum des Echten Mehltaus bei Hopfen (*Sphaerotheca humuli*) und zur Wirksamkeit rassen-spezifischer Resistenzgene. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 54 (6), 147-151.

Einfluss der Erntezeitpunkte auf die Schwefelverbindungen der Flavor Hops Sorten Cascade, Hallertau Blanc, Huell Melon, Mandarina Bavaria und Polaris (Diplomarbeit)

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenqualität und -analytik (IPZ 5d)
Projektleitung:	Dr. K. Kamhuber
Bearbeitung:	Maximilian Hundhammer
Kooperation:	Prof. M. Rychlik, Dr. Gerold Reil, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt
Laufzeit:	01.10.2015 - 01.02.2016

Ziel

Schwefelverbindungen haben sehr geringe Geruchsschwellenwerte und spielen deshalb bei den Special Flavor-Hopfen eine Rolle. In dieser Arbeit sollte untersucht werden, ob der Erntezeitpunkt einen Einfluss auf den Gehalt einiger ausgewählter Schwefelverbindungen hat.

Methode und Ergebnis

Folgende geruchsaktive Substanzen wurden untersucht: Dimethyldisulfid, S-Methylthioisovalerat, 4-Mercapto-4-methyl-2-pentanon (4-MMP), S-Methyl-thiohexanoat. Diese Substanzen sind kommerziell erhältlich und stellen die Hauptschwefelverbindungen des Hopfens dar. Die Analyse und quantitative Auswertung erfolgte mit dem neuen Headspace-Gaschromatographie-Massenspektrometersystem des Hüller Labors. 4-MMP ließ sich mit dem Massenspektrometer nicht nachweisen, da die Empfindlichkeit zu gering war. Die anderen Substanzen wurden ausgewertet und es hat sich gezeigt, dass die Schwefelverbindungen bei späteren Erntezeitpunkten stark zunehmen. Spät geerntete Hopfen haben oft zwieblige und knoblauchartige Aromen, dies wurde mit dieser Arbeit auch analytisch bestätigt.

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 (IPZ 5b)
Finanzierung:	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN-Projekt 2812NA014)
Projektleitung:	Dr. F. Weihrauch
Bearbeitung:	M. Jereb, A. Baumgartner, D. Eisenbraun, M. Felsl, L. Wörner
Laufzeit:	01.05.2013 - 31.05.2016

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 war 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 wurden v.a. Rohrschwingel *Festuca arundinacea*, aber auch andere Einsaaten in den Fahrgassen getestet. Daneben sollte 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.

Ergebnis und Schlussfolgerung

Während der dreijährigen Projektarbeiten mit insgesamt 15 einzelnen Versuchen lieferten nur zwei Versuche eindeutige Ergebnisse mit signifikanten Unterschieden zugunsten Varianten mit Raubmilbeneinsatz gegenüber der Kontrolle. In zwei Fällen verzeichneten Raubmilbenparzellen bei sehr hohem Spinnmilbendruck zur Ernte ähnliche Schäden wie die unbehandelte Kontrolle und in den 11 anderen Einzelversuchen blieb das Befallsniveau generell so gering, dass die potentielle Prädationsleistung der Raubmilben nicht ermittelt werden konnte.

Im Frühjahr 2014 wurden vor einer Ausbringung neuer Raubmilben in Hüll und Oberulrain erstmals Raubmilben im Bestand gefunden, die sich offenbar im Garten halten und verbreiten konnten. Bei Beprobungen des Rohrschwingels an diesen Standorten im Frühling 2015 und 2016 wurden ebenfalls einzelne Raubmilben identifiziert.

Es stellte sich heraus, dass die 2015 erprobte Methode der Bekämpfung von *T. urticae* über das Anbringen von Rebschnitt (einjährige Bugruten von Weinreben) früh im Jahr im Hopfenbestand sehr effektiv war. Damit wurden die Spinnmilben in einem starken Befallsjahr signifikant unter der Schadschwelle gehalten. Ein weiterer Vorteil des Rebschnitts sind die geringen Kosten, da die Bugruten bei den Frühjahrsarbeiten im Weinbau praktisch ein Abfallprodukt darstellen und nur die Transportkosten anfallen. In Benzendorf 2015 erwies sich auch der Mix aus *P. persimilis* und *N. californicus* als effektive Bekämpfungsmethode, wobei diese beiden allochthonen Arten allerdings in Mitteleuropa nicht überwintern können und alljährlich neu gekauft und eingesetzt werden müssen.

Von den geprüften Untersaaten scheint tatsächlich der im spanischen Mandarinenbau gut geeignete Rohrschwingel auch im Hopfen eine Option für die Etablierung einer autochthonen Population von *T. pyri* darzustellen. Defizite bei dieser Untersaat bestehen noch in der Umsetzung eines Managementsystems, das mit den Routinearbeiten der Hopfenbau-Praxis in Einklang zu bringen ist.

Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen und integrierten Hopfenbau

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenökologie (IPZ 5e)
Finanzierung:	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
Projektleitung:	Dr. F. Weihrauch
Bearbeitung:	Dr. F. Weihrauch, A. Baumgartner, D. Eisenbraun, M. Felsl, O. Ehrenstraßer
Kooperation:	Naturland-Hof Pichlmaier, Haushausen; Agrolytix GmbH, Erlangen Hopsteiner (Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft m.b.H.), Mainburg
Laufzeit:	01.03.2014 - 28.02.2019

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.

Ergebnis

Das Versuchsjahr 2016 war das genaue Gegenteil des praktisch befallsfreien Vorjahres und wird durch einen extremen Befallsdruck (der auch in allen anderen Kulturen, insbesondere beim Weinbau, zu verzeichnen war) in dauerhafter Erinnerung bleiben. Dies führte auch bei diesem Kupferminimierungsversuch zu inakzeptablem Doldenbefall, der fast durchgängig über 70 % lag, und hohen Ertragseinbußen in allen Parzellen. Die relativ besten Ergebnisse wurden mit Mischungen (Funguran progress + Kumar; CuCaps + Hopfenextrakt-Kapseln; CuCaps + Flavonin AgroComplete) erzielt. Die Ergebnisse aus 2016 demonstrieren, dass in einem derartigen Extremjahr die für die Peronosporabekämpfung zur Verfügung stehende Kupfermenge ausnahmsweise höher liegen muss als 3 kg/ha, wozu die Etablierung eines fünfjährigen ‚Kupferkontos‘ für jeden Betrieb über alle Sorten eine essentielle Maßnahme darstellen würde.

Entwicklung von Methoden zur Bekämpfung des Hopfen-Erdflöhs *Psylliodes attenuatus* im Ökologischen Hopfenbau

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenökologie (IPZ 5e)
Finanzierung:	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BioRegio 2020 – Landesprogramm Ökologischer Landbau)
Projektleitung:	Dr. F. Weihrauch
Bearbeitung:	Dr. F. Weihrauch, A. Baumgartner, D. Eisenbraun, M. Felsl
Kooperation:	Wageningen University & Research, NL; Julius-Kühn-Institut, Institut für Biologischen Pflanzenschutz, Darmstadt
Laufzeit:	01.03.2015-28.02.2018

Ziel

Der Hopfen-Erdfloh *Psylliodes attenuatus* wird im Ökologischen Hopfenbau in zunehmendem Maße zu einem gravierenden Problem für die Pflanze. Der angerichtete Schaden ist dabei in zwei Phasen zu unterteilen: Im zeitigen Frühjahr fressen die überwinterten Käfer an den austreibenden Jungpflanzen als erster Nahrungsquelle. Bei stärkerem Befall werden die jungen Blätter fast skelettiert und das Wachstum der Pflanzen wird signifikant verzögert. Noch beträchtlicher ist jedoch der Schaden durch die ab Juli wieder auftretende neue Generation adulter Käfer: Diese Tiere fressen in Hoch- und Spätsommer an den Blüten und sich entwickelnden Dolden bis in 5-6 m Gerüsthöhe und können dabei bei stärkerem Befall zu signifikanten Ertragsverlusten führen. Im Öko-Hopfenbau gibt es derzeit keine wirksame Praxismethode der Erdflöhbekämpfung und die entstehenden Schäden werden gezwungenermaßen hingenommen. Da der Schädlingsdruck in den vergangenen zehn Jahren deutlich zugenommen hat, ist eine für den Ökolandbau taugliche Methode der Kontrolle von Erdflöhen im Hopfen zudem auch ein essentieller Baustein des integrierten Pflanzenschutzes.

Methoden und Ergebnisse

Im zweiten Versuchsjahr wurden die erfolgversprechendsten mechanischen Methoden wiederum auf ihre Wirksamkeit geprüft. Auch 2016 zeigte, dass der Fang über Gelbschalen die effektivste Fangmethode darzustellen scheint. Als Lockstoffe wurden diesmal β -Caryophyllen, Ocimene und cis-3-Hexenyl-Acetat (allesamt Stoffe, die die Hopfentriebe im Frühjahr in hohen Mengen ausströmen) getestet. Keiner dieser volatilen Stoffe zeigte jedoch signifikant höhere Fangzahlen gegenüber der unbehandelten Kontrolle. Die mechanische Methode über Leimklappen ergibt zwar wiederum gute Fängigkeit (durchschnittlicher Fang von vier Erdflöhen pro Stock und Durchgang), ist aber auch sehr arbeitsintensiv. Erstaunliche Ergebnisse lieferte die quantitative Ermittlung des Schlupfes der neuen Erdflöhgeneration im Hochsommer aus den Puppen über Photoelektroden: Nach einer konservativen Hochrechnung lag die ‚Jahresproduktion‘ an Erdflöhen im Versuchsgarten bei 1,2 Millionen Tieren pro Hektar bzw. 600 Erdflöhen pro Hopfenstock.

Als wichtigstes Teilprojekt in Kooperation mit Wageningen U&R ist weiterhin der Versuch anzusehen, das bislang unbekannte Sexualpheromon (oder ein anderes wirksames Kairomon) des Hopfen-Erdflöhs zu identifizieren, um es für eine gezielte, effektive Anlockung des Schädlings einzusetzen. Dazu wurden im April 2016 erneut etwa 6.000 Erdflöhe eingefangen und in die Niederlande transportiert. Dort laufen in den Labors in Wageningen weiterhin zahlreiche Analysen der Duftstoffe, die von männlichen wie weiblichen Tieren und von befallenen Hopfenpflanzen abgegeben werden.

Mikroverkapselte Hopfenextrakte als neuartiges biologisches Fungizid zur Bekämpfung des Falschen Mehltaus im Hopfenbau

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenökologie (IPZ 5e)
Finanzierung:	Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e.V., Berlin
Projektleitung:	Dr. F. Weihrauch
Bearbeitung:	Dr. F. Weihrauch, A. Baumgartner, M. Felsl
Kooperation:	Naturland-Hof Loibl, Schweinbach Lehrstuhl für Prozessmaschinen und Anlagentechnik (iPAT), Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft m.b.H. (Hopsteiner), Mainburg
Laufzeit:	01.07.2016 - 31.12.2018

Ziel

In Deutschland werden verschiedene Anstrengungen unternommen, um im Pflanzenschutz die jährlichen Aufwandmengen an Reinkupfer pro Hektar direkt zu reduzieren und dafür nach alternativen fungiziden Wirkstoffen zu suchen. In diesem Zusammenhang wurde am Staatlichen Weinbauinstitut in Freiburg i.Br. festgestellt, dass Hopfenextrakt eine gute Wirksamkeit gegen den Falschen Mehltau der Weinrebe (*Plasmopara viticola*) in vitro aufweist. Die antimikrobielle Wirkung wird v.a. den α -Säuren und Xanthohumol zugeschrieben.

Ziel des Vorhabens ist es, eine gut realisierbare Lösung zum Ersatz oder zur weiteren Minimierung von Kupfer im Hopfenbau zu entwickeln. Dazu gehört, dass das entwickelte Pflanzenschutzmittel nicht nur anwendbar und wirksam, sondern v.a. für die Praxis auch bezahlbar ist. Das Verfahren der Sprüherstarrung stellt dabei eine sehr günstige Produktionsmethode dar und durch die Wahl geeigneter Matrix- bzw. Hilfsstoffe können die Kosten für das Endprodukt auf einem marktüblichen Niveau gehalten werden.

Methoden

In dem aktuellen Forschungsvorhaben soll ein zulassungsreifer Prototyp eines biologischen Pflanzenschutzmittels auf der Basis von mikroverkapselten Hopfenextrakten zur Bekämpfung von Falschen Mehltaupilzen im Hopfenbau entwickelt werden. Als Forschungsergebnis soll zum einen die optimale Kapselzusammensetzung für Kapselprototypen gefunden werden, zum anderen wird begleitend zur chemischen Optimierung das Verfahren zur Mikropartikelproduktion weiterentwickelt, sodass die Herstellung der Hopfen-Kapseln möglichst effizient und wirtschaftlich sinnvoll geschehen kann. Mit Prototypen, die die oben genannten Eigenschaften eines Pflanzenschutzmittels erfüllen, wird 2017 im Versuchsgarten Schweinbach erstmals zur Prüfung ins Freiland gegangen. Das Hopfenforschungszentrum in Hüll wird diese ‚HopCaps‘ 2017 und 2018 hinsichtlich ihrer biologischen Wirksamkeit bewerten und eine Spritzempfehlung für die Öko-Hopfenbauern erarbeiten.

1.2 Forschungsschwerpunkte

1.2.1 Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik

Verbesserung der Trocknungsabläufe durch gleichmäßigere Temperatur- und Luftverteilung in Praxisdarren

Bearbeitung: Jakob Münsterer

Laufzeit: 2016 – 2018

Ziel

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

Methode

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

Ergebnis

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

Erarbeitung von Fertigungsstrategien im Hopfenbau

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

Laufzeit: 2016

Ziel

In Deutschland wird im Hopfenbau ein Großteil der Pflanzennährstoffe durch das oberflächige Streuen granulierter Dünger zugeführt oder mit Düngerlösungen beim Hopfenputzen verabreicht. Der Nachteil ist, dass diese in Trockenjahren vielfach nicht verfügbar sind oder aufgrund niedriger Erträge unvollständig aufgenommen wurden. Belastungen der Grund- und Oberflächenwasser mit Stickstoff sind dadurch nicht auszuschließen. Diese Umweltgesichtspunkte einhergehend mit einer Verschärfung der Gesetzgebung, insbesondere der Düngeverordnung, machen eine Verbesserung der Nährstoffeffizienz unumgänglich. Ein Ansatzpunkt könnte hier die bedarfsgerechte und gezielte Nährstoffeinspeisung (Fertigation) über das Bewässerungswasser sein. Aufgrund mangelnder Versuchsergebnisse und Erkenntnisse über den Nährstoffbedarf erfolgte die Düngereinspeisung in der Praxis eher gefühlsmäßig und wenig zielführend und bestätigt einen hohen Forschungsbedarf.

Methode und erstes Ergebnis

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

Ausblick

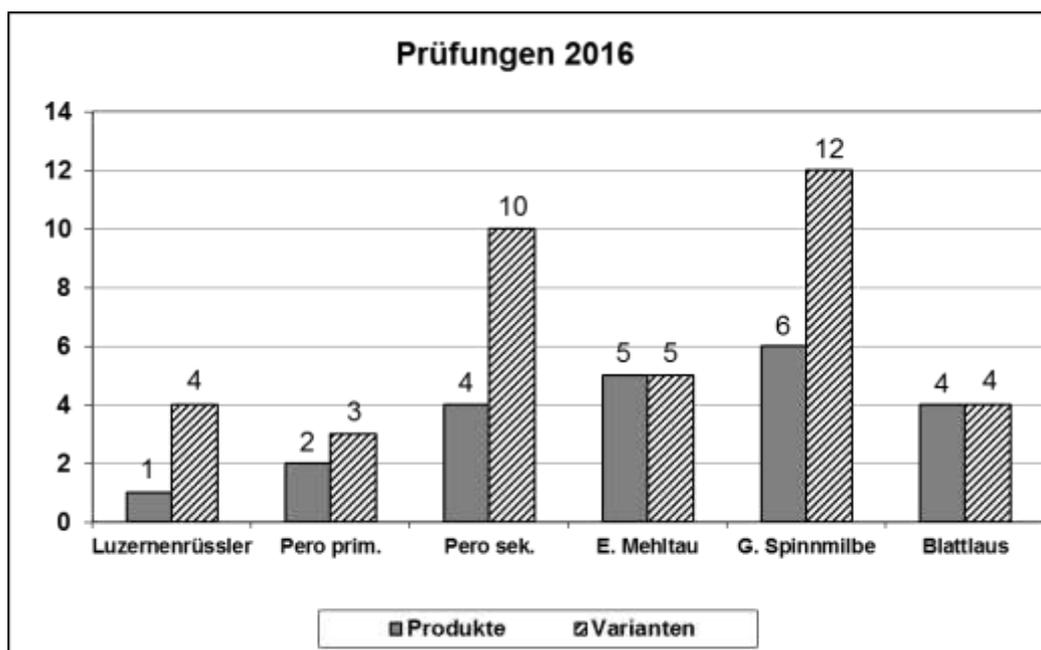
Die gezielte Düngung über Fertigation verspricht eine Vielzahl an pflanzenbaulichen sowie ökologischen Vorteilen, weshalb in Zukunft die optimale Anwendung im Hopfenanbau weiter untersucht werden soll. Hierzu wird in den nächsten Jahren die Dissertation von Herrn Johannes Stampfl, die sich mit diesem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

1.2.2 Forschungsschwerpunkte Pflanzenschutz im Hopfen

Pflanzenschutzmittelversuche 2016 für die Zulassung bzw. Genehmigung und für Beratungsunterlagen

Leitung: W. Sichelstiel

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



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

1.2.3 Forschungsschwerpunkte Züchtung

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

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

Ziel

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

Material und Methode

Mit dieser Zielsetzung wurden 2016 91 Kreuzungen durchgeführt. Der Selektionsablauf, wie in Abb. 1.1 schematisch dargestellt, ist grundsätzlich für alle Züchtungsprogramme gültig.



Abb. 1.1: Selektionsverlauf von Hüller Zuchtsorten

Ergebnis

Vielversprechende Zuchtstämme im klassischen Aromabereich wie auch im Hochalphasektor sind im fortgeschrittenen Selektionsprozess. Im fein hopfen-würzigen Aromabereich konnten seit 2011 die Züchtungsaktivitäten nochmals verstärkt werden. Erfolgversprechende Stämme mit feinem Tettninger Aromaprofil aus unserem Züchtungsprojekt zur Verbesserung der Landsorte Tettninger (siehe 4.4) werden gemeinsam mit dem Hopfenversuchsgut Straß des Landwirtschaftlichen Technologiezentrums (LTZ), Baden-Württemberg, umfassend geprüft. Die Arbeiten zur Entwicklung robuster, leistungsfähiger Hochalphasorten wurden 2016 mit dem Beginn unseres Hochalphazüchtungsprojektes in Kooperation mit dem Hopfenpflanzerverband Elbe-Saale (siehe 4.5) nochmals intensiviert.

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

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

Abb. 1.2: Überblick zu den Hüller Special-Flavor-Sorten – Krankheitsresistenz bzw. – toleranz +++ sehr gut, ++ sehr gut bis gut; + gut; +/- mittel; - gering

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

Leitung: Dr. E. Seigner, A. Lutz

Bearbeitung: B. Forster

Hintergrund und Zielsetzung

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

Selektionssystem im Gewächshaus



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

Defizite zeigt der Test im Folienhaus, wenn es um die exakte Einschätzung der Toleranz bzw. Anfälligkeit einzelner Sämlinge geht. Des Weiteren kann unter diesen Massen-Selektionsbedingungen nie sichergestellt werden, dass für alle Sämlinge gleiche Infektionsbedingungen herrschen (gleiche Sporenladung, ausreichende Wasserbenetzung, kein Abtrocknen und damit Stoppen der Peronospora-Infektionen in den Randbereichen der Pflanzpaletten, etc.). 2013 wurde im Rahmen einer Studienarbeit dieses Sämlingsprüfsystem im Gewächshaus nochmals optimiert. Dabei wurden Erkenntnisse von Coley-Smith (1965), Hellwig, Kremheller und Agerer (1991), Beranek und Rigr (1997), Darby (2005), Parker et al. (2007), Mitchell (2010) sowie von Lutz und Ehrmaier (pers. Mitteilung) nochmals bewertet und eingearbeitet (siehe Jahresbericht 2013).

Etablierung eines Blatt-Testsystems im Labor

Ziel

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

Einzelheiten zu diesen Studien unter 4.7.

Referenzen

- Beranek, F. and Rigr, A. (1997): Hop breeding for resistance to downy mildew (*Pseudoperonospora humuli*) by artificial infections. Proceeding of the Scientific Commission, I.H.G.C., Zatec, Czech Republic: 55-60.
- Coley-Smith, J. R. (1965): Testing hop varieties for resistance to downy mildew. Plant Pathology, 14: 161–164.
- Darby, P. (2005): The assessment of resistance to diseases in the UK breeding programme. Proceedings of the Scientific Commission, I.H.G.C., Canterbury, UK, 7-11.
- Hellwig, K., Kremheller H.T., Agerer R. (1991): Untersuchungen zur Resistenz von *Pseudoperonospora humuli* (Miy. & Tak.) Wilson gegenüber Metalaxyl. Gesunde Pfl. 43: 400- 404.
- Kremheller, Th. (1979): Untersuchungen zur Epidemiologie und Prognose des falschen Mehltaus an Hopfen (*Pseudoperonospora humuli* (Miy. et Tak.) Wilson). Dissertation, Tech. Univ. München: 1-110.
- Mitchell, M.N. (2010): Addressing the Relationship between *Pseudoperonospora cubensis* and *P. humuli* using Phylogenetic Analyses and Host Specificity Assays. Thesis, Oregon State University, USA, <http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/16301/MitchellMelanieN2010.pdf?sequence=1>
- Parker, T. B., Henning, J. A., Gent, D., and Mahaffee, W. F. (2007): The Extraction, Tetrazolium Staining and Germination of the Oospore of *Pseudoperonospora humuli* Miyabe and Tak. (Wil.) in: Parker, T.B. Investigation of Hop Downy Mildew through Association Mapping and Observations of the Oospore. PhD Thesis, Oregon State University, USA.

1.2.4 Forschungsschwerpunkte Hopfenqualität und Analytik

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

- Leitung:** Dr. K. Kammhuber
- Bearbeitung:** E. Neuhof-Buckl, S. Weihrauch, B. Wyschkon, C. Petzina, M. Hainzmaier, Dr. K. Kammhuber
- Kooperation:** AG Hopfenbau/Produktionstechnik, AG Pflanzenschutz Hopfen, AG Züchtungsforschung Hopfen

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 der Aromaanalytik mit Hilfe der Gaschromatographie-Massenspektroskopie

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

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

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

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

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

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

Die Gesellschaft für Hopfenforschung finanziert die Anschaffung eines neuen Gerätes.

Entwicklung von Analysemethoden für die Hopfenpolyphenole

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

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

Seit dem Jahr 2007 wird innerhalb der AHA an einer Verbesserung und Standardisierung der Analysemethoden für den Gesamtpolyphenol- und Gesamtflavanoidgehalt gearbeitet. Inzwischen ist die Methode zur Bestimmung des Gesamtpolyphenolgehalts als EBC Methode 7.14 akzeptiert worden.

Analytik für Arbeitsgruppe IPZ 3d Heil- und Gewürzpflanzen

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

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

Leonorus japonicus (Herzgespannkraut): Flavonoide, Stachydrin, Leonurin

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

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

2 Witterung und Wachstumsverlauf 2016 - Auswirkungen auf produktionstechnische Maßnahmen in der Hallertau

LD Wolfgang Sichelstiel, Dipl.-Ing. agr.

Weltweit war 2016 das wärmste Jahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Für den Hopfenbau in der Hallertau waren nach dem Trockenjahr 2015 diese Wetterbedingungen aber günstig, wenn auch die Gesunderhaltung der Bestände eines hohen Aufwands bedurfte. Die Verhältnisse im Frühjahr waren relativ trocken und gut für die Erledigung der Frühjahrsarbeiten. Mit der zweiten Maidekade setzten sich feuchte Luftmassen mit wiederholten Niederschlägen über Mitteleuropa durch, zum Teil in Form von Starkregen mit Gewittern. Diese Großwetterlage blieb bis Mitte August bestehen, lediglich unterbrochen durch eine kurze Trockenphase in der ersten Julidekade. Die gut verteilten Sommerniederschläge und die gleichzeitig warmen Temperaturen waren ideal für das Hopfenwachstum, aber auch für die Entwicklung von Pilzkrankheiten. Im trockenwarmen September konnte eine große Hopfenernte mit hohen Alphasäurewerten eingefahren werden.

Besondere Witterungsauffälligkeiten und deren Auswirkungen

- Dritter Winter in Folge ohne Bodenfrost

Der Winter 2015/2016 war erneut sehr mild. Die Durchschnittstemperaturen in Hüll lagen um 4,0°C über den langjährigen Mittelwerten. Nur im Januar war die Abweichung nach oben moderater. Im Dezember und Februar. Mit durchschnittlichen Niederschlagsmengen von 175,3 mm in den drei Wintermonaten wurde das langjährige Mittel leicht übertroffen. Wieder konnte sich keine Frostgare im Boden ausbilden, da in den Wintermonaten kaum Frost in die Böden eindrang.

- März und April blieben warm und trocken

Der März und April waren durch leicht unterdurchschnittliche Temperatur und zu geringe Regenmengen gekennzeichnet. Die mittleren Monatstemperaturen lagen bei 3,9°C bzw. 8,3°C. Die Regenmengen entsprachen mit 38,0 l/m² bzw. 38,8 l/m² nur 87,3% bzw. 69,4% des in Hüll 50-jährigen mittleren Niederschlags. Die Hopfenstöcke trieben leicht verfrüht aus. Abdecken und Schneiden konnte termingerecht auf gut befahrbaren Böden durchgeführt werden. Häufig wurden auch die Drähte im Frühjahr aufgehängt. Früh geschnittene Gärten wurden ab Mitte April gekreuzelt und in der letzten Aprildekade wurde damit begonnen, den Hopfen anzuleiten. Erdfloh und Drahtwurm mussten auf Teilflächen bekämpft werden, während Peronospora-Primärbefall nur vereinzelt auftrat.

- Neue Großwetterlage ab Mitte Mai

Mit 13,3°C und 88,0 l/m² an der Wetterstation Hüll war der Monat Mai im Schnitt zum 50-jährigen Mittelwert um 1,4°C zu warm, brachte aber normale Regenmengen. War das erste Monatsdrittel noch trocken, stellte sich ab dem 12. Mai eine feucht warme Wetterlage ein mit wiederholten Niederschlägen, zum Teil mit Gewittern und Starkregen. Bis dahin war das Anleiten abgeschlossen. Nachfolgende Bodenbearbeitungsgänge konnten teilweise nur unter zu nassen Verhältnissen erfolgen. Das erste Ackern wurde bis zum Monatsende abgeschlossen, so dass mit dem Entlauben begonnen werden konnte. Die Althopfen hatten sich bis dahin durchschnittlich entwickelt und waren 3 m bis 4,5 m hoch. Peronospora-Primärbefall trat spät, dann aber zum Teil massiv auf. Stark ansteigende Sporenfänge lösten am 27. Mai den ersten Spritzaufwurf aus. Auch Echter Mehltau wurde vereinzelt beobachtet, während Schäden durch Markeulenlarven oder Drahtwürmer kaum auftraten. In den letzten Maitagen begannen der Blattlauszuflug und der Befall mit der Gemeinen Spinnmilbe.

- Durchschnittliche Wachstumsbedingungen im Juni

In Hüll fielen mit 132,0 l/m² überdurchschnittlich hohe Monatsregennengen. Zugleich war auch die Durchschnittstemperatur von 16,8°C um 1,5°C über dem langjährigen Mittelwert. Die Hopfenbestände entwickelten sich normal. Auf den meisten Standorten erreichten die Bestände bis Ende des Monats die Gerüsthöhe und im unteren Rebenbereich bildeten sich die Seitentriebe. Nur auf schweren tonigen Standorten und auf Flächen mit Strukturproblemen war die Seitenarmbildung noch unzureichend. Frühe Sorten zeigten zum Monatsende erste Infloreszenzknospen. Das zweite Ackern war auf schweren Böden zum Monatsende noch nicht in allen Gärten erledigt. Für Peronospora-Sekundärbefall herrschten über den Juni hinweg günstige Infektionsbedingungen, so dass am 06. und am 17.06. Spritzaufrufe an die Pflanze gingen. Zugleich brachen auf nassen Böden auch noch Primärbefälle aus. Steigender Befallsdruck von Echten Mehltau erforderte mehrere Bekämpfungsmaßnahmen. Der Blattlauszuflug ging zum Monatsende zurück und der Befall war meist noch nicht bekämpfungswürdig. Gegen die Spinnmilbe war dagegen in vielen Fällen in der dritten Junidekade eine Bekämpfung erforderlich. Ende Juni wurden auch die ersten Befallsnester von Hopfenwelke sichtbar.

- Feuchtes und warmes Wetter hält im Juli an

Im Juli hatten die Hopfenbestände dank reichlicher Niederschläge eine gute Wasserversorgung und konnten einen sehr hohen Blütenansatz bilden. Mit 134,9 l/m² fiel ca. 30% mehr Regen im Vergleich zu den Durchschnittswerten. Die Temperatur lag mit 18,8°C etwa im Schnitt der letzten zehn Jahre. Die Hopfenblüte begann rund eine Woche verspätet. Ende Juli begann die Ausdoldung bei frühen Sorten. Die günstigen Wachstumsbedingungen förderten auch das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen. Der Befallsdruck durch Echten Mehltau hielt an. Gegen Peronospora ergingen durch den Warndienst zwei Spritzaufrufe. Das fortgesetzte Auftreten der Gemeinen Spinnmilbe machte in etlichen Fällen eine zweite Behandlung erforderlich. Auch die Hopfenblattlaus war im Vergleich zu den letzten Jahren stärker vorhanden und musste in vielen Fällen behandelt werden. Die Verticillium-Welke breitete sich aus und führte zu ersten Absterbesymptomen.

- Hochsommerwetter ab Mitte August und im September

Waren die ersten Augustwochen noch feucht und mäßig warm, so stellte sich in der zweiten Monatshälfte stabileres Hochsommerwetter ein. Dieses setzte sich dann im September nahtlos fort. Die mittlere Temperatur im August verfehlte mit 17,4°C den Mittelwert der letzten 10 Jahre nur um 0,1°C, der September dagegen übertraf diesen mit 15,6°C um 2,1°C. Die Regenmenge erreichte im August mit 66,7 l/m² nur knapp die Hälfte des 10-jährigen Durchschnitts. Im September wurde mit 66,4 l/m² das 10-Jahresmittel sogar leicht übertroffen, 90% dieser Niederschläge fielen aber an drei aufeinanderfolgenden Tagen vom 17. bis 19.09. Die Hopfenbestände konnten wegen der guten Wasserversorgung während des Sommers die hohen Doldenansätze in Ertrag umsetzen. Das sonnige Wetter zur Ernte hin förderte zudem die Bildung der Inhaltsstoffe. Nur auf sehr leichten Standorten ohne Bewässerung und auf Böden mit Strukturschäden waren Gelbverfärbungen und Reduktion von Dolden zu beobachten. Der Krankheitsdruck blieb über die gesamte Saison auf hohem Niveau. Im August wurde durch den Warndienst noch zweimal zu Maßnahmen gegen Peronospora aufgerufen. Der Echte Mehltau konnte vor allem in den späten Sorten, die in der zweiten Septemberhälfte zur Ernte anstanden, Spätinfektionen im erheblichen Umfang setzen und die äußere Qualität beeinträchtigen. Nur frühe und resistenterere Sorten waren weniger betroffen. In einigen Gärten machte die Spinnmilbe größere Probleme und konnte nur schwer unter Kontrolle gehalten werden. Die Hopfenernte begann in den ersten Septembertagen und zog sich bis in die 40. Kalenderwoche. In der Hallertau wurde eine sehr große Ernte eingeholt, welche die schwache Vorjahresternte um 55% übertraf. Auch die Alphasäuregehalte lagen über den Mittelwerten von 2015. Die meisten Sorten übertrafen sogar den Durchschnitt der letzten 10 Jahre.

Witterungsdaten vom Standort Hüll (Monatsmittelwerte bzw. Monatssummen) 2016 im Vergleich zu den 10- und 50-jährigen Mittelwerten

Monat		Temperatur in 2 m Höhe			Relat. Luftf. (%)	Niederschlag (mm)	Tage m. N'schlag >0,2 mm	Sonnenschein (Std.)
		Mittel (°C)	Min.Ø (°C)	Max.Ø (°C)				
Januar	2016	0,1	-3,7	4,0	92,5	73,3	22,0	32,1
	Ø 10-j.	-0,2	-3,4	3,2	89,5	59,2	13,7	55,0
	50-j.	-2,4	-5,1	1,0	85,7	51,7	13,7	44,5
Februar	2016	3,7	0,3	7,7	84,8	80,5	17,0	49,6
	Ø 10-j.	-0,2	-4,2	4,5	86,3	39,2	12,0	81,9
	50-j.	-1,2	-5,1	2,9	82,8	48,4	12,8	68,7
März	2016	3,9	-0,2	8,8	82,4	38,0	12,0	134,5
	Ø 10-j.	4,2	-0,9	10,2	80,0	55,7	12,9	147,4
	50-j.	2,7	-2,3	8,2	78,8	43,5	11,3	134,4
April	2016	8,3	2,8	14,2	78,8	38,8	13,0	171,8
	Ø 10-j.	9,6	3,1	16,4	73,6	52,4	10,7	205,2
	50-j.	7,4	1,8	13,3	75,9	55,9	12,4	165,0
Mai	2016	13,3	7,9	18,9	74,4	88,0	16,0	207,8
	Ø 10-j.	13,5	7,6	19,6	74,9	113,5	16,1	204,8
	50-j.	11,9	5,7	17,8	75,1	86,1	14,0	207,4
Juni	2016	16,8	11,8	22,5	81,1	132,0	20,0	191,6
	Ø 10-j.	16,9	10,8	23,1	75,4	110,4	14,2	220,7
	50-j.	15,3	8,9	21,2	75,6	106,1	14,2	220,0
Juli	2016	18,8	12,6	25,2	78,5	134,9	12,0	237,1
	Ø 10-j.	18,9	12,3	25,9	74,6	103,5	13,4	253,0
	50-j.	16,9	10,6	23,1	76,3	108,4	13,9	240,3
August	2016	17,4	11,0	24,6	80,0	66,7	10,0	259,0
	Ø 10-j.	17,5	11,4	24,6	79,9	111,0	13,9	222,3
	50-j.	16,0	10,2	22,5	79,4	94,9	13,3	218,4
September	2016	15,6	9,9	22,9	83,0	66,4	7,0	221,0
	Ø 10-j.	13,6	8,0	20,1	84,3	60,6	11,1	159,5
	50-j.	12,8	7,4	19,4	81,5	65,9	11,4	174,5
Oktober	2016	7,9	3,9	12,4	92,0	38,5	16,0	96,0
	Ø 10-j.	8,7	4,2	14,4	88,5	49,7	10,0	115,3
	50-j.	7,5	2,8	13,0	84,8	60,0	10,4	112,9
November	2016	3,3	0,1	6,8	93,8	82,0	14,0	52,8
	Ø 10-j.	4,5	1,0	8,5	91,3	56,5	11,3	66,7
	50-j.	3,2	-0,2	6,4	87,5	58,8	12,6	42,8
Dezember	2016	0,1	-2,3	2,8	94,5	5,3	6,0	36,2
	Ø 10-j.	1,0	-2,1	4,4	91,4	62,8	15,2	51,1
	50-j.	-0,9	-4,4	1,6	88,1	49,1	13,3	34,3
Ø Jahr 2016		9,1	4,5	14,2	84,7	844,4	158,0	1690,0
10 – jähriges Mittel		9,0	4,0	14,6	82,5	874,4	154,5	1783,0
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 2006 bis einschließlich 2015.

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	2010	1 435	12,81
1980	5 716	3,14	2011	1 377	13,24
1985	5 044	3,89	2012	1 295	13,23
1990	4 183	5,35	2013	1 231	13,69
1995	3 122	7,01	2014	1 192	14,52
2000	2 197	8,47	2015	1 172	15,23
2005	1 611	10,66	2016	1 154	16,12

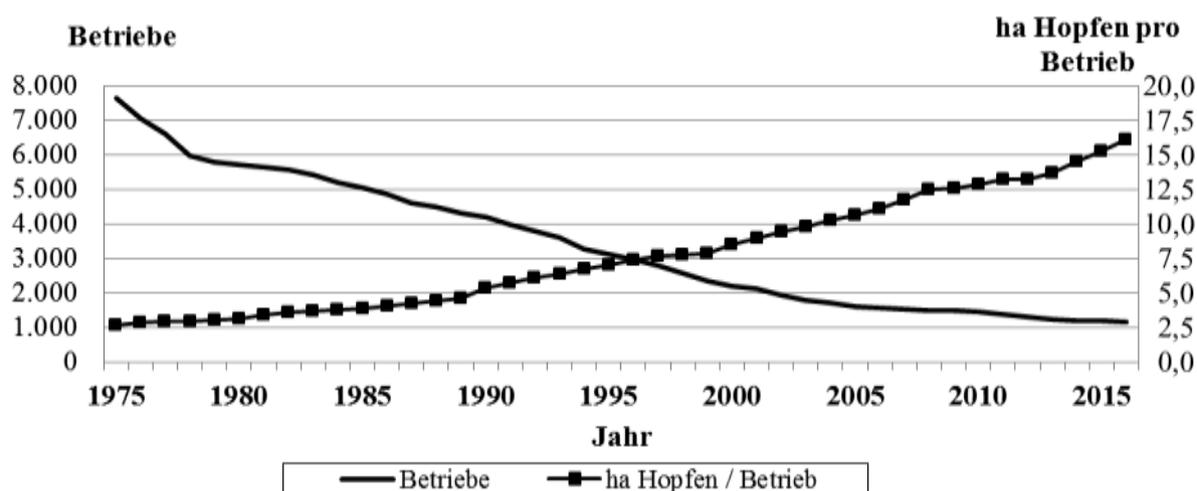


Abb. 3.1: Zahl der Hopfenbaubetriebe und deren Hopfenfläche in Deutschland

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 - 2016 zu 2015				Zunahme + / Abnahme - 2016 zu 2015			
	2015	2016	ha	%	2015	2016	Betriebe	%	2015	2016
Hallertau	14 910	15 510	600	4,0	947	931	- 16	- 1,7	15,74	16,66
Spalt	363	376	13	3,6	55	55	± 0	± 0	6,60	6,83
Tettmang	1 237	1 282	44	3,6	139	135	- 4	- 2,9	8,90	9,49
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	20	22	2	10,0	2	2	± 0	± 0	10,00	11,00
Elbe-Saale	1 325	1 409	84	6,3	29	31	2	6,9	45,69	45,44
Deutschland	17 855	18 598	743	4,2	1 172	1 154	- 18	- 1,5	15,23	16,12

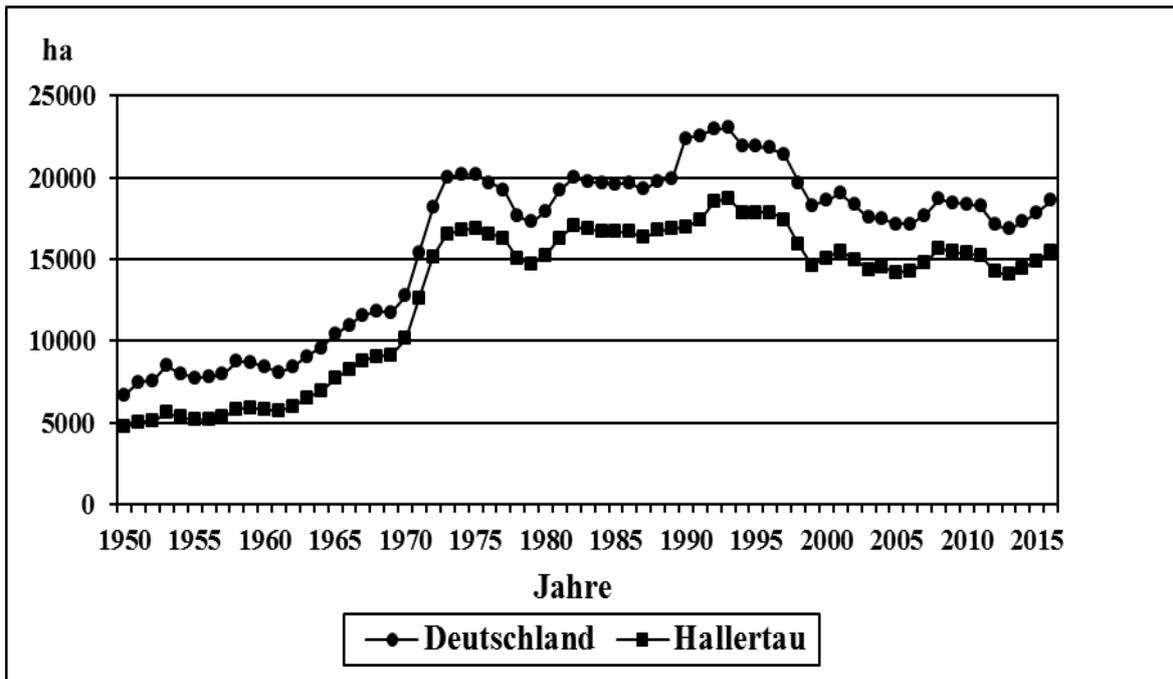


Abb. 3.2: Hopfenanbauflächen in Deutschland und in der Hallertau

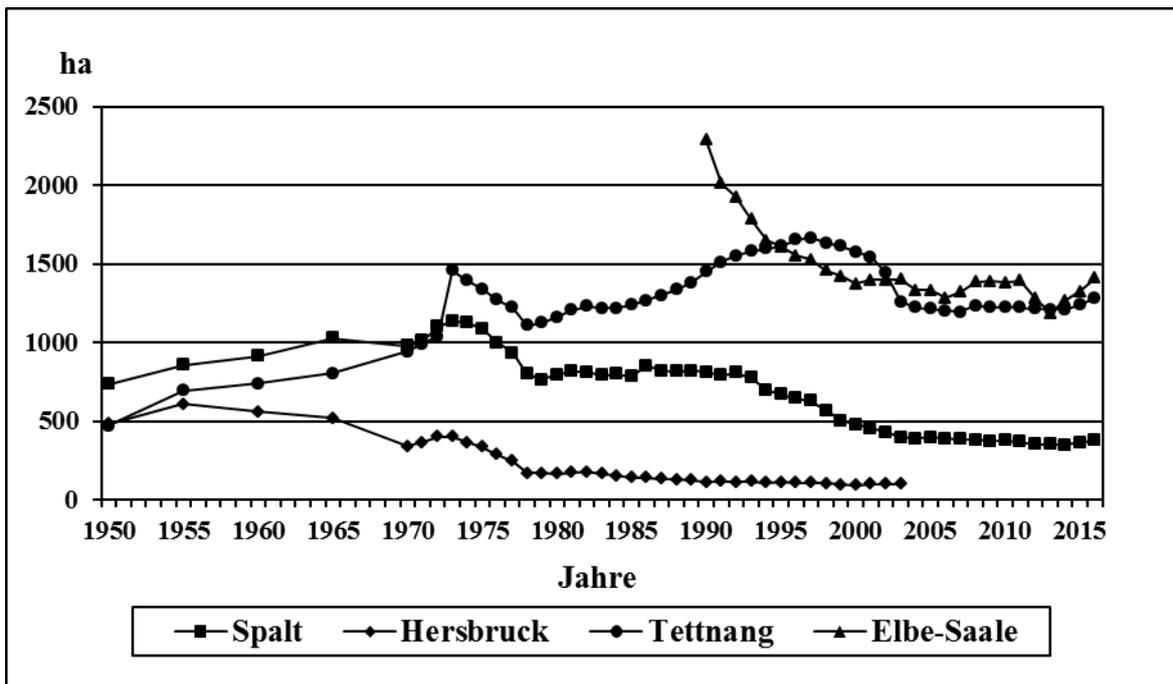


Abb. 3.3: Hopfenanbauflächen in den Gebieten Spalt, Hersbruck, Tett nang und Elbe-Saale

Das Anbauggebiet Hersbruck gehört seit 2004 zur Hallertau.

Hopfensorten

Die Hopfenanbaufläche stieg 2016 mit 743 ha erneut kräftig an und beträgt 18 598 ha in Deutschland.

Während traditionelle Aromasorten wie Hallertauer Mittelfrüher, Tettninger, Hersbrucker Spät, Perle und Hall. Tradition in der Fläche abnahmen, konnten die neueren Aromasorten Saphir, Opal und Smaragd sowie die Spezialsorten Saazer und Spalter Flächenzuwächse verzeichnen. Insgesamt schrumpfte dieses Segment um 125 ha oder 2,9 %.

Bei den Bitterhopfen scheint der Flächenrückgang von Northern Brewer gestoppt. Bei den übrigen Bitter- und Hochalphasorten werden Hallertauer Magnum (- 157 ha) und Hallertauer Taurus (- 108 ha) zunehmend durch Polaris (+ 46 ha) und Herkules (+732 ha) ersetzt. Damit ist Herkules die größte Sorte und nimmt mit 26,3 % über ein Viertel der deutschen Hopfenanbaufläche ein.

Im Segment der Flavor-Sorten sind mit Callista (CI) und Ariana (AN) zwei Hüller Neuzüchtungen dazu gekommen. Der Trend zum vermehrten Anbau von Flavor-Sorten hat sich damit auch in Deutschland verstärkt (+ 69 %), so dass 2016 bereits 790 ha angebaut werden. Der Anteil an der Gesamtfläche beträgt nun 4,2 % und es ist mit einer weiteren Steigerung in den nächsten Jahren zu rechnen.

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

Tab. 3.3: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2016

Aromasorten

Anbaugebiet	Anbaufläche gesamt	HA	SP	TE	HE	PE	SE	HT	SR	OL	SD	SA	Sonst.	Aromasorten	
														ha	%
Hallertau	15 510	553			934	2 780	440	2 704	400	137	49	7	8	8 012	51,7
Spalt	376	36	119		5	25	81	33	19	1	1		2	324	86,2
Tettngang	1 282	142		732	0	61	9	58	31	1	11			1 045	81,5
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	22	1				8		4						14	62,2
Elbe-Saale	1 409					219	5	28				106		358	25,4
Deutschland	18 598	733	119	732	940	3 093	534	2 827	450	140	62	113	10	9 752	52,4
Sortenanteil (in %)		3,9	0,6	3,9	5,1	16,6	2,9	15,2	2,4	0,8	0,3	0,6	0,1		

Sortenveränderungen in Deutschland

2015 (in ha)	17 855	751	114	744	955	3 187	534	2 914	423	130	47	74	3	9 877	55,3
2016 (in ha)	18 598	733	119	732	940	3 093	534	2 827	450	140	62	113	10	9 752	52,4
Veränderung (in ha)	743	-18	5	-13	-16	-94	1	-87	26	10	14	39	7	-125	-2,9

Tab. 3.4: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2016

Bitter- und Hochalphasorten

Anbaugebiet	NB	BG	NU	TA	HM	TU	MR	HS	PA	Sonst.	Bittersorten	
											ha	%
Hallertau	156	17	128		1 526	340	18	4 540	58	36	6 820	44,0
Spalt					3		3	32		2	40	10,6
Tettnang						0		173	4	15	193	15,0
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz				0	3			5	0		8	36,0
Elbe-Saale	109		24		663	17		135	43	6	997	70,7
Deutschland	266	17	152	0	2 196	357	21	4 884	106	59	8 057	43,3
Sortenanteil (in %)	1,4	0,1	0,8	0,0	11,8	1,9	0,1	26,3	0,6	0,3		

Sortenveränderung in Deutschland

2015 (in ha)	238	17	162	1	2 353	465	26	4 152	60	37	7 511	42,1
2016 (in ha)	266	17	152	0	2 196	357	21	4 884	106	59	8 057	43,3
Veränderung (in ha)	28	0	-10	-1	-157	-108	-5	732	46	22	546	1,3

Tab. 3.5: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2016

Flavor-Sorten

Anbaugebiet	CI	AN	CA	HC	HN	MB	MN	CO	Flavor-Sorten	
									ha	%
Hallertau	31	21	57	131	111	302	18	7	678	4,4
Spalt	0		4	3	1	3			12	3,2
Tettnang			6	9	12	15	2		44	3,5
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz			0	0		0			0	1,8
Elbe-Saale			9	11	9	26			55	3,9
Deutschland	31	21	76	154	134	346	20	7	790	4,2
Sortenanteil (in %)	0,2	0,1	0,4	0,8	0,7	1,9	0,1	0,0		

Sortenveränderung in Deutschland

2015 (in ha)			41	109	101	207	5	5	467	2,6
2016 (in ha)	31	21	76	154	134	346	20	7	790	4,2
Veränderung (in ha)	31	21	36	45	33	139	15	2	322	1,6

3.2 Ertragssituation im Jahr 2016

Die Hopfenernte 2016 in Deutschland beträgt 42 766 090 kg (= 855 322 Ztr.) und fiel aufgrund der Flächenmehrung (743 ha) und günstigen Witterungsbedingungen deutlich höher aus als im trockenen Erntejahr 2015 (28 336 520 kg bzw. 566 730 Ztr.). Die Erntemenge liegt damit um 14 429 570 kg (= 288 591 Ztr.) über dem Vorjahresergebnis; dies bedeutet eine Steigerung um 50,9 %.

Mit 2 299 kg Hektarertrag bezogen auf die Gesamtfläche fällt die Erntemenge weit überdurchschnittlich aus und ist damit eines der besten Ernteergebnisse aller Zeiten.

Die Alphasäuregehalte weisen 2016 durchschnittliche bis leicht überdurchschnittliche Werte auf. Bei den Aromasorten stechen insbesondere Hallertauer Mittelfrüher und Perle positiv hervor. Bei den Bitterhopfen liegen in der Hallertau Magnum und Herkules ein halbes Prozent über dem langjährigen Mittel, Northern Brewer und Taurus haben sogar 1 % und Polaris beinahe 2 % mehr Alpha. Insgesamt dürfte die produzierte Alphasäuremenge in Deutschland bei etwas über 4 750 t liegen; das sind rund 2 250 t oder knapp 90 % mehr als im vergangenen Jahr.

Tab. 3.6: Hektarerträge und Relativzahlen in Deutschland

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ertrag kg/ha bzw. (Ztr./ha)	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.)	1 587 kg (31,7 Ztr.)	2 299 kg (46,0 Ztr.)
Anbaufläche in ha	18 228	17 124	16 849	17 308	17 855	18 598
Gesamternte in kg bzw. 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.	28 336 520 kg = 566 730 Ztr.	42 766 090 kg = 855 322 Ztr.

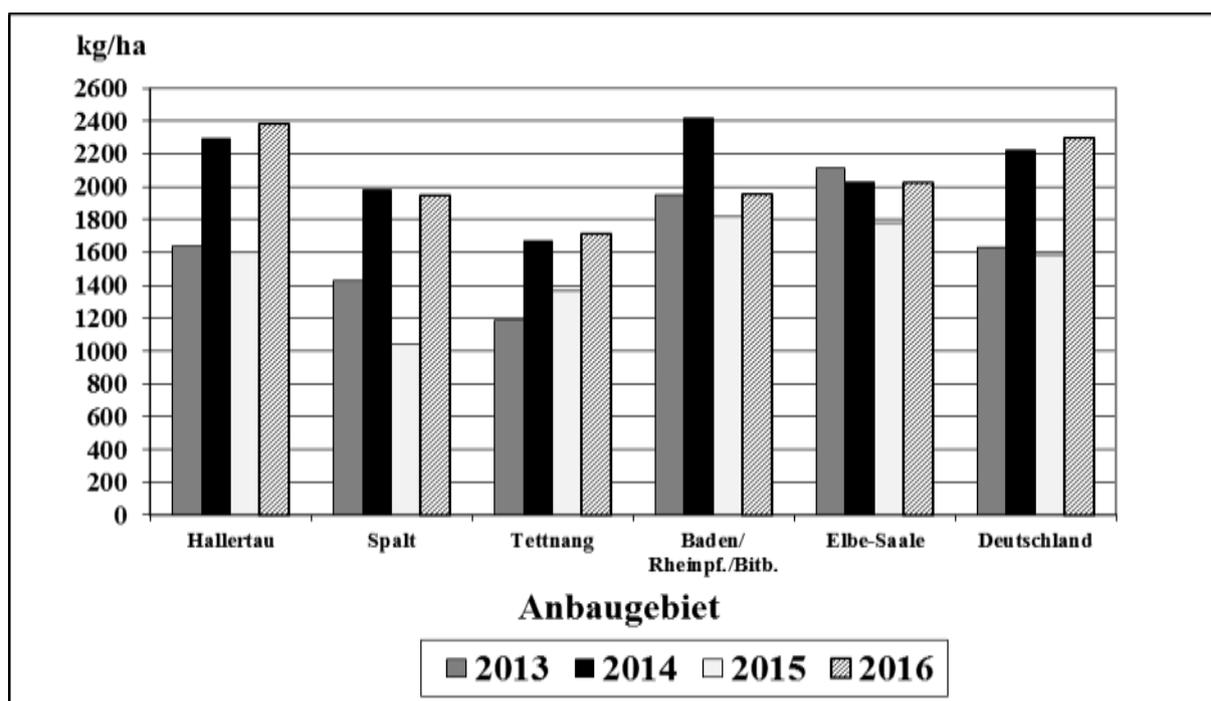


Abb. 3.4: Durchschnittserträge der einzelnen Anbauggebiete in kg/ha

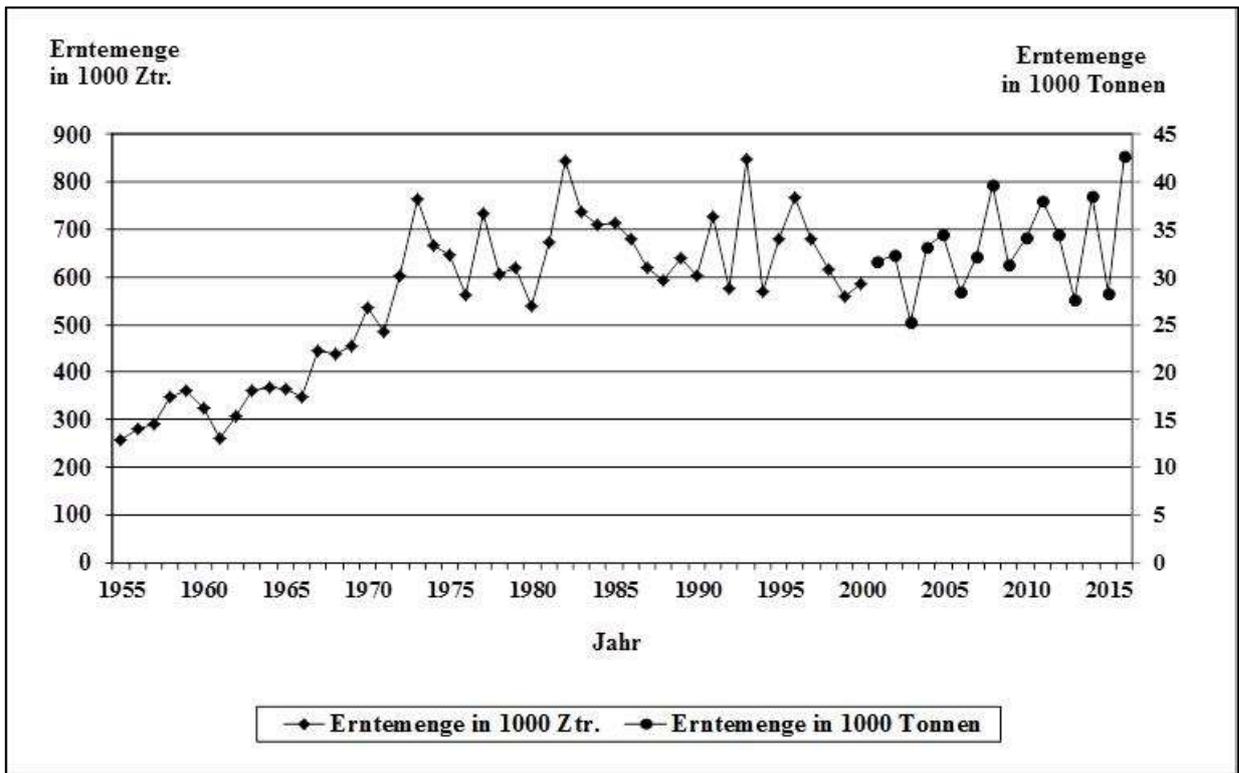


Abb. 3.5: Erntemengen in Deutschland

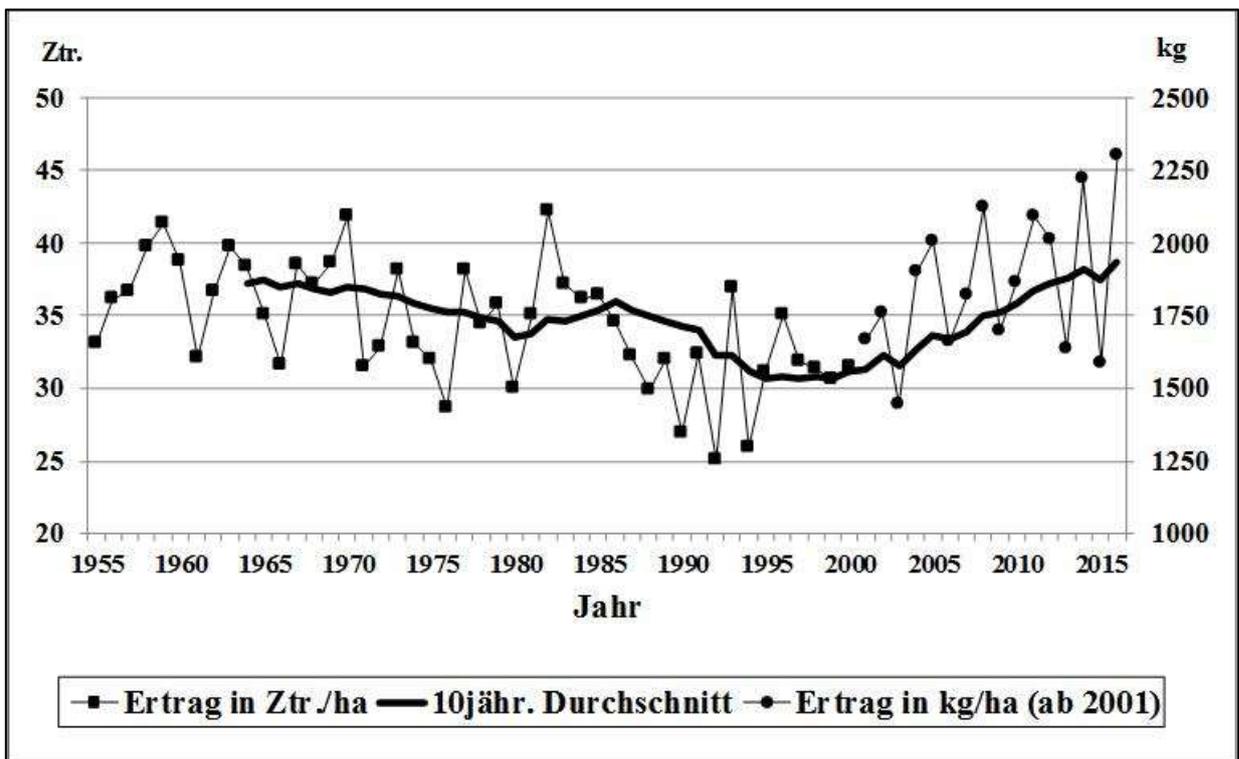


Abb. 3.6: Durchschnittsertrag (Ztr. bzw. kg/ha) in Deutschland

Tab. 3.7: Hektar-Erträge in den deutschen Anbaugebieten

Anbaugebiet	Erträge in kg/ha Gesamtfläche								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Hallertau	2 190	1 706	1 893	2 151	2 090	1 638	2 293	1 601	2 383
Spalt	1 680	1 691	1 625	1 759	1 383	1 428	1 980	1 038	1 942
Tettnang	1 489	1 320	1 315	1 460	1 323	1 184	1 673	1 370	1 712
Bad. Rheinpf./ Bitburg	1 988	1 937	1 839	2 202	2 353	1 953	2 421	1 815	1 957
Elbe-Saale	2 046	1 920	1 931	2 071	1 983	2 116	2 030	1 777	2 020
Ø Ertrag je ha Deutschland	2 122 kg	1 697 kg	1 862 kg	2 091 kg	2 013 kg	1 635 kg	2 224 kg	1 587 kg	2 299 kg
Gesamternte Deutschland (t bzw. Ztr.)	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	28 337 t 566 730	42 766 t 855 322
Anbaufläche Deutschland (ha)	18 695	18 473	18 386	18 228	17 124	16 849	17 308	17 855	18 598

Tab. 3.8: Alpha-Säurenwerte der einzelnen Hopfensorten

Anbaugebiet/Sorte	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Ø 5 Jahre	Ø 10 Jahre
Hallertau Hallertauer	3,9	4,4	4,2	3,8	5,0	4,6	3,3	4,0	2,7	4,3	3,8	4,0
Hallertau Hersbrucker	2,6	2,9	3,4	3,5	4,5	3,0	1,9	2,1	2,3	2,8	2,4	2,9
Hallertau Hall. Saphir	4,6	5,1	4,5	4,5	5,3	4,4	2,6	3,9	2,5	4,0	3,5	4,1
Hallertau Opal	7,4	9,4	9,0	8,6	9,7	9,0	5,7	7,3	5,9	7,8	7,1	8,0
Hallertau Smaragd	6,1	6,7	6,4	7,4	8,0	6,0	4,3	4,7	5,5	6,2	5,3	6,1
Hallertau Perle	7,9	8,5	9,2	7,5	9,6	8,1	5,4	8,0	4,5	8,2	6,8	7,7
Hallertau Spalter Select	4,7	5,4	5,7	5,7	6,4	5,1	3,3	4,7	3,2	5,2	4,3	4,9
Hallertau Hall. Tradition	6,0	7,5	6,8	6,5	7,1	6,7	5,0	5,8	4,7	6,4	5,7	6,3
Hallertau Mand. Bavaria						8,8	7,4	7,3	7,0	8,7	7,8	
Hallertau Hall. Blanc						9,6	7,8	9,0	7,8	9,7	8,8	
Hallertau Huell Melon						7,3	5,3	5,4	5,8	6,8	6,1	
Hallertau Polaris						20,0	18,6	19,5	17,7	21,3	19,4	
Hallertau North. Brewer	9,1	10,5	10,4	9,7	10,9	9,9	6,6	9,7	5,4	10,5	8,4	9,3
Hallertau Hall. Magnum	12,6	15,7	14,6	13,3	14,9	14,3	12,6	13,0	12,6	14,3	13,4	13,8
Hallertau Nugget	10,7	12,0	12,8	11,5	13,0	12,2	9,3	9,9	9,2	12,9	10,7	11,4
Hallertau Hall. Taurus	16,1	17,9	17,1	16,3	17,4	17,0	15,9	17,4	12,9	17,6	16,2	16,6
Hallertau Herkules	16,1	17,3	17,3	16,1	17,2	17,1	16,5	17,5	15,1	17,3	16,7	16,8
Tettnang Tettnanger	4,0	4,2	4,2	4,0	5,1	4,3	2,6	4,1	2,1	3,8	3,4	3,8
Tettnang Hallertauer	4,3	4,7	4,5	4,2	5,1	4,7	3,3	4,6	2,9	4,4	4,0	4,3
Spalt Spalter	4,6	4,1	4,4	3,7	4,8	4,1	2,8	3,4	2,2	4,3	3,4	3,8
Elbe-S. Hall. Magnum	13,3	12,2	13,7	13,1	13,7	14,1	12,6	11,6	10,4	13,7	12,5	12,8

Quelle: Arbeitsgruppe Hopfenanalyse (AHA)

4 Züchtungsforschung Hopfen

RDin Dr. Elisabeth Seigner, Dipl.-Biol.

Die Züchtungsarbeiten am Hopfenforschungszentrum Hüll werden von drei Zielsetzungen geprägt:

- Entwicklung klassischer Aromasorten mit hopfentypischen, feinen Aromausprägungen,
- Schaffung robuster, leistungsstarker Hochalphasorten sowie
- Züchtung von Spezialaromasorten (Special Flavor-Hopfen) mit einzigartigen fruchtig-blumigen Aromaprofilen.

Für die Hüller Neuzüchtungen sind nicht nur Inhaltstoffe und damit die Brauqualität essentiell, im besonderen Maß wird bei der Selektion auch auf gesteigerte Widerstandsfähigkeiten gegenüber den wichtigsten Krankheiten und Schädlingen sowie auf agronomisch verbesserte Leistungsmerkmale besonderer Wert gelegt.

Biotechnologische und genomanalytische Techniken begleiten seit Jahren die klassischen Züchtungsschritte.



Abb. 4.1: Geerntete Hopfen werden beim Durchlauf durch die Pflückmaschine protokolliert



Abb 4.2: Verpacken und Wiegen der Erntemuster nach der Trocknung

4.1 Kreuzungen 2016

Im Jahr 2016 wurden insgesamt 91 Kreuzungen durchgeführt.

4.2 Die Hüller Special Flavor-Hopfen-Sorten - einzigartige Aromakompositionen und entscheidende Vorteile für Hopfenpflanzer und Brauer

Ziel

Ausgelöst von den US-Craft-Brauern haben charaktvolle Biere mit deutlich höheren Hopfengaben und speziellen Aromausprägungen weltweit ihren Siegeszug angetreten. Um auch deutschen Hopfenpflanzern die Möglichkeit zu eröffnen, für diesen boomenden Hopfen- und Biermarkt Spezialaromasorten zu liefern, wurden 2006 von Anton Lutz die ersten gezielten Kreuzungen durchgeführt mit dem Ziel, leistungsfähige, robuste Hopfen zu entwickeln, die einzigartige Aromaprofile ins Bier bringen.

Mittlerweile wurden aus diesem Züchtungsprogramm fünf Special Flavor-Sorten Abb. 4.3 (siehe auch Abb. 1.2, S. 26) nach umfangreichen Anbauprüfungen und Brauversuchen bis zur Marktreife entwickelt und von der Gesellschaft für Hopfenforschung für den Anbau frei gegeben. Mandarinina Bavaria, Huell Melon, Hallertau Blanc, Ariana und Callista werden in Deutschland bereits auf einer Fläche von mehr als 450 ha angebaut. Damit ist der Einstieg in dieses lukrative Spezialhopfenmarktsegment gelungen, nachdem dieser Marktsektor bislang fast ausschließlich von den US-Pflanzern mit ihren Flavor-Sorten (= Aroma- und Dual-Sorten) dominiert worden war.

Mandarina Bavaria		
	<p>Hopfen-Aroma: hopfig, fruchtig, frisch, Mandarinen- und Zitrusnote</p> <p>Gesamtöle: 1,5 - 2,5 ml/100 g Alphasäuren: 7,0 - 10,0 %</p>	<p>Aroma im Bier: hopfig, Mandarinen- und Orangenaroma</p>
Huell Melon		
	<p>Hopfen-Aroma: fruchtig, süß, Honig- melone, Aprikose und Erdbeere</p> <p>Gesamtöle: 1,2 - 2,4 ml/100 g Alphasäuren: 7,0 - 8,0 %</p>	<p>Aroma im Bier: süßliche Aromen, Honigmelone, Aprikose, Erdbeere</p>
Hallertau Blanc		
	<p>Hopfen-Aroma: blumig-fruchtig, Mango, Maracuja, Grapefruit, Stachelbeere, Ananas</p> <p>Gesamtöle: 1,3 - 2,1 ml/100 g Alphasäuren: 9,0 - 11,0 %</p>	<p>Aroma im Bier: grüne Früchte, Mango, Stachelbeere</p>
Ariana		
	<p>Hopfen-Aroma: mild, rote Beeren, süße Früchte, Zitrus, harzig</p> <p>Gesamtöle: 1,5 - 2,4 ml/100 g Alphasäuren: 9,0 - 13,0 %</p>	<p>Aroma im Bier: hopfig, fruchtig, Beeren, Zitrusnote</p>
Callista		
	<p>Hopfen-Aroma: hopfig, süße Früchte (Maracuja, rote Beeren, Grapefruit)</p> <p>Gesamtöle: 1,3 - 2,1 ml/100 g Alphasäuren: 2,0 - 5,0 %</p>	<p>Aroma im Bier: hopfig, süße Früchte, Beeren, Zitrusnote</p>

Abb. 4.3: Die fünf Hüller Spezialaromasorten

Denn die US-Hopfenpflanzer bedienen heute mit 81 % ihrer gesamten Hopfenanbaufläche (21 440 ha) diesen Spezialaroma-/Dual-Hopfenmarkt mit einer schier unübersehbaren Anzahl verschiedener Hopfensorten.

Im Gegenzug wurden in den USA die Anbauflächen von Hochalphasorten auf 19 % reduziert (Abb. 4.4 - siehe Details unter https://www.usahops.org/img/blog_pdf/76.pdf).

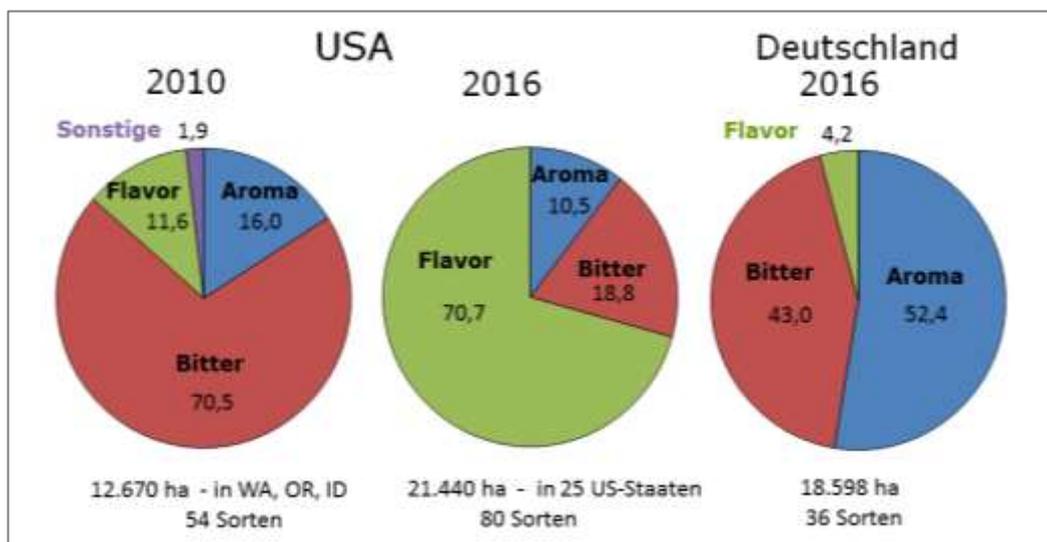


Abb. 4.4: Veränderungen in den Anbauflächen von Aroma-, Bitter- und Flavor-Hopfen in den USA zwischen 2010 und 2016, als auch die Anbausituation in Deutschland im Jahr 2016. Angaben in % der Gesamtanbaufläche; Zusatzinformationen zu Gesamtanbaufläche, Hauptanbaustaat(e) (WA = Washington, OR = Oregon, ID = Idaho) sowie Anzahl der angebauten Sorten (lt. I.H.G.C.-Sortenliste).

4.3 Neuer Zuchtstamm 2011/02/04 von GfH für Großflächenversuchsanbau und für standardisierte Brauversuche freigegeben

Das Expertengremium der GfH unter Leitung von Anton Lutz hatte bei der Beurteilung der Erntemuster 2015 den Stamm 2011/02/04 wegen seiner ansprechenden Aromakomposition von Zitrus-, Ananas- und Thymian-Noten für die Kalthopfungs-Brauversuche nach standardisiertem Protokoll vorgeschlagen. Im Frühjahr 2016 wurden die von der TUM-Versuchsbrauerei hergestellten kaltgehopften Biere mit diesem Zuchtstamm im Vergleich zu Cascade und einem weiteren Hüller Spezialaromastamm von über 40 Verkostern bewertet. Hierbei konnte der Stamm die Biertester mit seinen sehr fruchtigen Biernoten überzeugen. Als Deskriptoren waren Zitrone/Grapefruit, Cassis, Ananas, Maracuja am häufigsten genannt worden (Abb. 4.5).

Tab. 4.1: Inhaltstoffe des Zuchtstammes 2011/02/04 und Doldencharakteristika

Inhaltstoffe	
Bittersubstanzen (EBC 7.7)	
Alphasäuren (%)	9,4 % (7,5 – 11 %)
Betasäuren (%)	8,6 % (7,5 – 11 %)
Cohumulon (rel. in % der α -Säuren)	23 % (19 – 25 %)
Gesamtölgehalt ml /100 g (EBC 7.10)	2,8 (2,35 – 3,35)

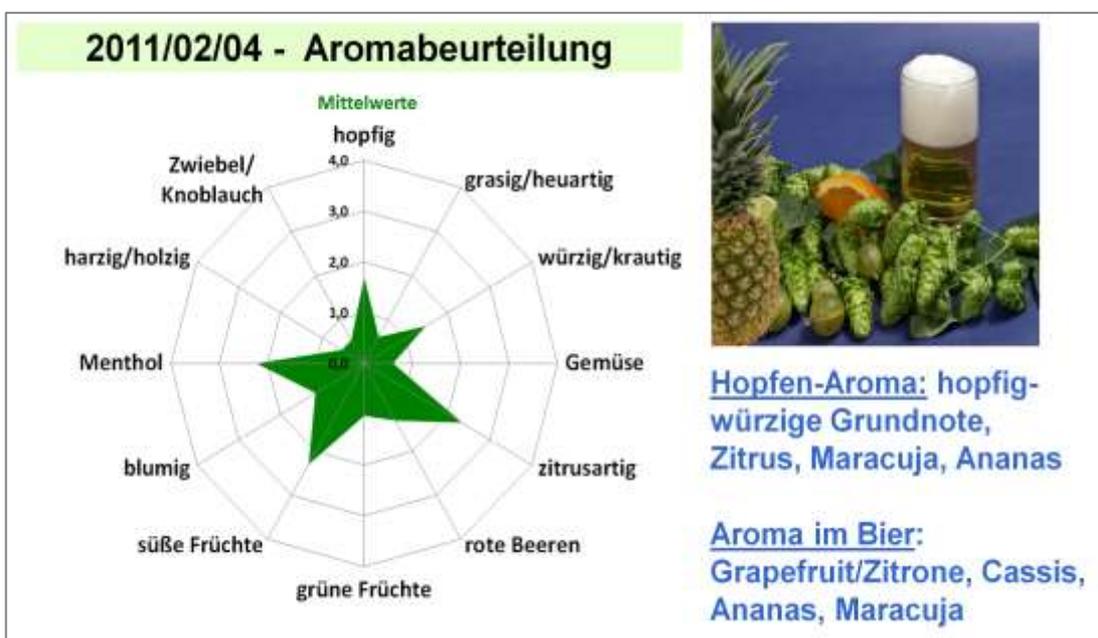



Abb. 4.5: Aromadiagramm des Zuchtstammes 2011/02/04 mit Beschreibung seines Aromas in den Dolden und in Bieren.

Da sich der Stamm 2011/02/04 nicht nur mit seinen Kalthopfungsergebnissen, sondern auch mit seinen agronomischen Merkmalen und Resistenzen (Tab. 4.2) als sehr vielversprechend gezeigt hatte, wurde dieser Stamm von der GfH für den Großflächenversuchsanbau in der Praxis frei gegeben (siehe Züchtungsschema Abb. 1.1, S. 25). Damit kann im Frühjahr 2017 der Anbau auf Hektarbasis bei den Landwirten beginnen. Des Weiteren wurden standardisierte weiterführende Brauversuche mit der Bewertung der Bitter-, Heiß- und Kalthopfungsqualitäten von der GfH in Auftrag gegeben.

Tab. 4.2: Agronomische Eigenschaften und Reaktion auf Pilze und Schädlinge des Zuchtstammes 2011/02/04 aufgrund bisheriger Erkenntnisse aus LfL-eigenen Prüfungen

Agronomische Eigenschaften (bisherige Prüfergebnisse)	
Vorteile	sehr homogen, wüchsig, gute Windefähigkeit, guter Behang, hohes Ertragspotential, kompakte Dolden
Nachteile	kleine Dolden, bei Überreife Doldensterben und Botrytis
Reife	mittelspät (kurz vor oder wie Hersbrucker Spät)
Ernte	gute Pflücke und Trocknung
Ertragspotenzial	hoch (über Hallertau Tradition und Perle)

Widerstandsfähigkeit gegenüber	
Verticillium-Welke	bisher gut
Peronospora Primärinfektion	hoch
Peronospora Sek. Infektion	hoch
Echtem Mehltau	resistent
Botrytis	mittel - hoch
Spinnmilbe	mittel
Blattlaus	mittel



Abb. 4.6: Bestandsaufnahmen des Zuchtstammes 2011/02/04 in Zuchtgarten Stadlhof

Referenzen

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

Seigner, E. und Lutz, A. (2015): Jahresbericht 2014, Sonderkultur Hopfen. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft - Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - und Gesellschaft für Hopfenforschung e.V. http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ipz/dateien/jahresbericht_hopfen_2014.pdf, S. 40 ff.

4.4 Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettninger

Ziel

Zielsetzung dieses Züchtungsprogrammes ist es, die Landsorte Tettninger in ihrem Ertragspotenzial und ihrer Pilzresistenz deutlich zu verbessern, dabei soll die Aromausprägung möglichst nahe beim ursprünglichen Tettninger bleiben.

Methode

Durch reine Auslesezüchtung innerhalb der natürlich vorhandenen Variabilität der Tettninger Landsorte ist dies nicht zu realisieren. Daher muss versucht werden, dieses Ziel durch gezielte Kreuzung von Tettninger mit vorselektierten männlichen Aromalinien zu erreichen, die breite Krankheitsresistenz und aufgrund ihrer Verwandtschaft gute agronomische Leistungen mitbringen.

Ergebnis

Sämlingsprüfung

Aus 21 gezielten Kreuzungen, die seit 2010 zwischen der Landsorte Tettninger und männlichen Hopfenstämmen aus Hüller Aromazüchtungsprogrammen durchgeführt worden sind, konnten bis jetzt über 840 auf Resistenz und Wüchsigkeit vorselektierte weibliche Sämlinge in die Sämlingsprüfung im Zuchtgarten in Hüll ausgepflanzt werden. 2016 wurden 8 Sämlinge beerntet und deren Doldeninhaltsstoffe chemisch analysiert. Die Aromabeurteilung erfolgte organoleptisch. Zwei dieser Zuchtstämme sind für die Stammesprüfung 2017 vorgesehen.

Sämlinge der drei letzten Kreuzungen werden im Frühjahr 2017 im Zuchtgarten Hüll ausgepflanzt. Außerdem stehen Sämlinge aus vier Kreuzungen des Jahres 2016 zur Vorselektion in Hüll an.

Stammesprüfung

Dabei werden jeweils 12 Pflanzen an zwei Standorten in der Hallertau und auf dem Versuchsgut Straß in Tettning über vier Jahre angebaut. Zwei vielversprechende Zuchtstämme (2012/29/13 und 2013/45/37) erreichten 2015 die Stammesprüfung, 2016 liegen nun die ersten Ernteergebnisse vor (Tab. 4.3). Beim Stamm 2012/29/13 war *Verticillium* nachgewiesen worden (* in Tab. 4.3), daher wurde dieser Hopfen zunächst nur in Hüll in Wiederholungen angebaut. Erst nach der erfolgreichen *Verticillium*-Freimachung kann mit diesem Stamm nun 2017 auch die Stammprüfung in Stadelhof und Straß beginnen.

Insbesondere der Zuchtstamm 2013/45/37 wird mit seinem angenehmen Aroma und seinem guten Ertragspotential nach der ersten Saison als vielversprechend eingeschätzt.

Tab. 4.3: *Ernteergebnisse aus der Stammesprüfung 2015 mit zwei Zuchtstämmen im Vergleich zur Tettnanger Landsorte*

Eigenschaften	Tettnanger	Sämling 2012/29/13*	Sämling 2013/45/37
Ort der Prüfung		nur Hüll	Hüll, Stadelhof, Straß
Aromaeinschätzung	fein, hopfenwürzig	fein, anhaltend, hopfenwürzig	fein, hopfenwürzig
Ölkomponenten	Farnesen	Farnesen	Farnesen
α-Säuren (%)	3,7	4,0 - 4,3	5,3 – 7,0
β-Säuren (%)	6,0	6,7 - 6,8	8,5 – 9,3
Cohumulon (%)	23	16 - 17	16 - 17
Xanthohumol (%)	0,36	0,28 - 0,30	0,44 - 0,49
Agronom. Einschätzung	kopfbetont, Neigung zur Frühblüte, große Dolden, geringes Ertragspotenzial	kopfbetont, Doldenverlaubung, geringer Behang, große Dolden, mittlerer Ertrag	kopfbetonte Rebe, mittlerer - guter Behang, späte Reife, gutes Ertragspotenzial

*In Gew.-%; 2 in % rel. von den Alphasäuren; 2016 in Straß keine Ernte; * Verticillium-Eliminierung*

Sechs weitere Sämlinge (Tab. 4.4) aus den Sämlingsjahrgängen 2012, 2013 und 2014 wurden 2016 nach der Virus- und Welketestung für die neue Stammesprüfung vermehrt und ausgepflanzt. Obgleich alle Zuchtstämme keinerlei Welkesymptome im Zuchtgarten aufwiesen, wurde in den basisnahen Reben von drei Stämmen (2013/045/033, 2013/45/744 und 2014/044/013 in Tab. 4.4 mit * gekennzeichnet) mit der hoch-sensitiven Realtime-PCR *Verticillium* festgestellt. Daher wurden diese Stämme zunächst nur in die Anbautestung in Hüll aufgenommen. Inzwischen konnte bei allen drei Stämmen über Meristemkultur der Welkepilz eliminiert werden und somit stehen sie für die Stammesprüfung in Stadelhof und Straß zur Verfügung.

Tab. 4.4: *Ergebnisse und Einschätzungen der sieben Sämlinge, die für die 2016 begonnene Stammesprüfung ausgewählt wurden, im Vergleich zu Tettnanger*

	Sämling 2012/29/24	Sämling* 2013/45/33	Sämling* 2013/45/744	Sämling 2014/43/19	Sämling* 2014/44/13	Sämling 2014/46/16
Ort	Hüll, Stadelhof, Straß	Hüll	Hüll	Hüll, Stadelhof, Straß	Hüll, Stadelhof	Hüll, Stadelhof, Straß
Aroma	fein, angenehm, hopfenwürzig	angenehm, hopfenwürzig	hopfen-würzig, krautig	fein, hopfen-würzig	fein, angenehm, hopfenwürzig	fein, hopfenwürzig schwach
Öl	Farnesen (-)	Farnesen	Farnesen ?	Farnesen	Farnesen	Farnesen (-)
Alpha	5,1	8,5	4,1	12,0	10,7	6,1
Beta	4,4	3,1	7,7	4,1	4,5	3,7
Coh.	24	25	21	23	25	21
Xan	0,45	0,39	0,52	0,84	0,55	0,56
Agr.	kopfbetont, große Dolden, gute Stress-toleranz, mittleres Ertragspot.	zylin., Behang ab 3m, kompakte Dolden, mittl. - gutes Ertragspotenzial	kopfbetont, Behang bis weit nach unten, Doldenverlaubung, mittl. - gutes Ertragspot.	wüchsig, ausladend, guter Behang, schöne, komp Dolden, gutes Ertragspotenzial	kopfbetont, windet gut, mittl. Behang, sehr schöne Dolden, mittleres Ertragspot.	wüchsig, zylin., mittl-guter Behang etwas offene Dolden, Zerblätt., mittl.-gutes Ertragspot.

¹ in Gew.-%; ² in % rel. von den Alphasäuren; * *Verticillium*-Freimachung während der Saison 2016 erfolgreich abgeschlossen

Ausblick

Aus züchterischer Sicht begann 2015 mit der 4-jährigen Stammesprüfung der ersten Stämme aus dem Tettninger Züchtungsprogramm eine erste entscheidende Phase. Erstmals kann jetzt das Potenzial eines Zuchtstammes unter verschiedenen Boden- und Witterungsbedingungen eingeschätzt werden. Aussagen zu Wüchsigkeit, Ertrag, Resistenzen, Inhaltsstoffen und Aroma werden so sehr viel zuverlässiger.

Nach der Stammesprüfung folgt die Hauptprüfung. Danach muss sich ein Stamm in den Parzellenprüfungen auf Praxisbetrieben (Reihenanbau und Großflächenversuchsanbau) bewähren. Dieser Prüfabschnitt kann frühestens ab 2019/2020 mit den ersten Neuzüchtungen aus diesem Kreuzungsprogramm in Angriff genommen werden.

Referenz

Seigner, E. und Lutz, A.: Kreuzungsprogramm mit der Landsorte Tettninger. Hopfen-Rundschau International 2015/2016, 66-67.

4.5 Entwicklung von leistungsstarken, gesunden Hopfen mit hohen Alpha-säuregehalten und besonderer Eignung für den Anbau im Elbe-Saale-Gebiet

Ziel

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, neue leistungsfähige und robuste Hopfenstämme zu züchten und zu testen, die sich durch hohe Alphasäuregehalte, breite Resistenzen bzw. Toleranzen gegenüber Pilzen und Schädlingen und insbesondere gegenüber Stock-fäuleerregern auszeichnen. Durch diese Merkmale gewährleisten diese Hopfen, dass sie auch unter den speziellen Bedingungen des Anbaugebietes Elbe-Saale wirtschaftlich produziert werden können. Letztlich sollen konkurrenzfähige neue Sorten zur Zulassung gebracht werden, die die Wettbewerbsfähigkeit der Elbe-Saale-Hopfenbauregion auf dem Weltmarkt langfristig sichern.

Durchführung

• Kreuzungsarbeiten

Alle Arbeiten zum Kreuzungszüchtungsprogramm des ersten Projektabschnittes 2016 - 2019 von der Kreuzung bis zur Sämlingsprüfung (siehe vergleichbaren Selektionsablauf Abb. 1.1, S. 25) werden von der LfL in ihren Gewächshäusern und Zuchtgärten durchgeführt. Die LfL stellt für das Kreuzungsprogramm aus dem eigenen Zuchtmaterial Stämme und Sorten zur Verfügung, die dem Zuchtziel entsprechend ausgewählt wurden. Die Kreuzungen, Sämlingsaufzucht und die Vorselektionen auf Resistenz/Toleranz gegenüber Echtem Mehltau und Peronospora werden in Hüll durchgeführt. Auch die nachfolgende 3-jährige Sämlingsprüfung mit Einzelpflanzen und die Stammesprüfungen werden in Hüll vonstattengehen. Alle weiteren Selektionsschritte sollen zugleich in der Hallertau und im Elbe-Saale-Gebiet durchgeführt werden.

Die chemischen Analysen der Dolden werden in Hüll von IPZ 5d, Dr. Kamhuber und seinem Team durchgeführt. Bis zum Abschluss der Sämlingsprüfung sollen die Bitterstoffe der Sämlinge mittels NIRS (Nahinfrarotspektroskopie) untersucht und die Aromaqualität organoleptisch eingeschätzt werden. Lediglich bei verheißungsvollen Sämlingen, die für die Stammesprüfung vorgesehen sind, sollen detaillierte Bitterstoffanalysen mittels HPLC (High Performance Liquid Chromatography) durchgeführt werden.

- **Reihen-Versuchsanbau mit Hüller Hochalphastämmen im Elbe-Saale-Gebiet**

Neue aussichtsreiche Zuchtstämme aus den laufenden Züchtungsprogrammen der LfL werden im Anbaugebiet Elbe-Saale unter Praxisbedingungen getestet, um herauszufinden, welche Zuchtstämme für das Anbaugebiet Elbe-Saale geeignet sind und unter diesen Anbaubedingungen die gewünschten Leistungsmerkmale und Krankheitsresistenzen bringen.

Ergebnis

34 Kreuzungen wurden mit der oben beschriebenen Zielrichtung 2016 durchgeführt. Darüber hinaus konnten die ersten Erkenntnisse zum Reihenversuchsanbau gesammelt werden, der bereits seit 2014 auf einem Hopfenbaubetrieb im Elbe-Saale-Gebiet läuft.

Aktuell stehen dort drei Hüller Hochalpha-Zuchtstämme im Vergleich zu Hallertauer Magnum, Herkules, Polaris und Ariana in der Prüfung. Zur Auswahl kamen nur Hochalpha-Stämme, die im Zuchtgarten in Hüll gute Stockgesundheit erkennen ließen.

Die 2016 neu zugelassene Special Flavor-Sorte Ariana mit ihren umfassenden Krankheitsresistenzen und -toleranzen wird auf diesem Standort in der Elbe-Saale-Region geprüft, um auch ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber den hier vorherrschenden Stockfäuleerregern begutachten zu können. Bei positiven Erfahrungen würde Ariana als umfassende Resistenzquelle in diesem Züchtungsprogramm genutzt werden.

Tab. 4.5: Ergebnisse der Reihenbauprüfung von Hüller Hochalphastämmen (Reihe von 102 Stöcken pro Stamm) bei einem Elbe-Saale-Pflanzler mit Hallertauer Magnum, Herkules und Polaris als Referenzsorten; Mt-Res = Resistenz gegenüber Echtem Mehltau; 1 α -Säuregehalt in Gew.-% lfr nach EBC 7.4

Eigenschaften	Hallert. Magnum*	Herkules*	Polaris*	Sämling 2010/75/764	Sämling 2010/80/728	Sämling 2011/71/19
Pflanzjahr	1998	2001	2012	März 2014	Juni 2015	Juni 2015
α -Säuren (%) ¹	14,5	13,7	17,0	13,0 (9,8 - 19,5)	19,0 (19,9 - 25,9)	17,2 (18 - 21,2)
Aroma-einschätzung	angenehm	angenehm	angenehm, Spezialaroma	angenehm	mittel	angenehm
Ertragsleistung (kg/ha)	2.827	2.502	2.436	3.072	2.252	2273
kg α / ha	410	343	414	399	428	391
Stockgesundheit	robust	gering	gut – sehr gut	mittel - gut	gut (Hüll)	gut (Hüll)
Agronom. Einschätzung	starke Belaubung, geringer Behang	Ertragspotential reduziert wegen Stockfäule	robust, mittlere – schwache Windefähigkeit	kopfbetont, wuchtig, α -Säuren sehr schwankend	geringe Behangstärke, begrenztes Ertragspotential, volle Mt-Res	guter Habitus, hohes Ertragspotential, gute Mt-Res

Der Ertrag der beiden erst Ende Juni 2015 gepflanzten Stämme 2010/80/728 und 2011/71/19 ist in der Saison 2016 noch nicht voll vergleichbar, da die Bestände im Frühjahr 2016 noch lückig waren und etwa 20 Stöcke nachgepflanzt werden mussten. Daher waren die Parzellen zur Ernte noch heterogen. Der bereits 2014 eingelegte Hochalpha-Stamm 2010/75/764 lieferte im Vergleich zu den sehr erfolversprechenden Ertrags- und Alphasäureergebnissen im Pflanzjahr 2014 in den beiden Folgejahren eher ernüchternde Ernteresultate. Der Bestand präsentierte sich nicht mehr so homogen und die Alphasäuregehalte waren sehr schwankend.

Aussicht

Um verlässliche Aussagen bei den Stämmen im Reihenversuchsanbau treffen zu können, werden diese Anbauprüfungen jeweils 5 Jahre mit jedem Zuchtstamm durchgeführt. Erste Erkenntnisse zu neuen vielversprechenden Zuchtstämmen aus dem Kreuzungszüchtungsprogramm sind erst nach der 3-jährigen Sämlingsprüfung im Hüller Zuchtgarten, also frühestens 2020/2021 zu erwarten.

4.6 Forschung und Arbeiten zur *Verticillium*-Problematik bei Hopfen

Ziel

Die Hopfenwelke, verursacht durch die Bodenpilze *Verticillium albo-atrum* (= *nonalfalfae*) und seltener *Verticillium dahliae*, stellt gegenwärtig eine große Herausforderung für Hopfenpflanzler 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 und vor allem durch molekulargenetische Verfahren (Seefelder et al., 2009) konnte nachgewiesen werden, dass nicht nur milde, sondern auch aggressive *Verticillium*-Stämme (in der englischen Literatur als „progressive“ Rassen bezeichnet) nun auch in Deutschland vorkommen. 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 Wurzeltod (daher oftmals als „letale“ Rassen benannt) .

Da zur Bekämpfung von *Verticillium* keine Pflanzenschutzmittel zur Verfügung stehen, müssen andere Möglichkeiten erforscht und umgesetzt werden. Zur strikten Umsetzung von phytosanitären Maßnahmen (siehe „Grünes Heft“) zählt auch die Verwendung von gesundem, *Verticillium*-freiem Fehsermaterial. Zuverlässige Detektionsmethoden des Welkepilzes aus Hopfen, wie von Maurer et al., 2013 erarbeitet, sind essentiell, um gewährleisten zu können, dass vom mit *Verticillium*-infizierten Hüller Zuchtgarten *Verticillium*-freies Basismaterial für LfL-eigene Prüfstandorte (Zuchtgarten in Stadelhof) und für Praxisanbauversuche bereitgestellt werden kann. Des Weiteren ist es dringend erforderlich, die Züchtung von Welketoleranten Hopfen voranzutreiben.

Methode

Nachweis von *Verticillium*-freien Hopfen über phytopathologische und molekulare Methoden

Um *Verticillium*-freies Pflanzgut für die LfL-eigenen Anbauprüfungen und für den Vertragsvermehrter der Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH) sicherzustellen, werden Hopfenreben von vielversprechenden Hüller Zuchtstämmen bzw. von Mutterpflanzen für die Sortenvermehrung auf den Pilz hin untersucht. Dazu stehen folgende Methoden in unserem Labor zur Verfügung; die hoch sensitive PCR-Technik wird mit erster Priorität eingesetzt, da mit ihr auch *Verticillium*-Kontaminationen auf niedrigstem Level festgestellt werden können:

- Molekularer Nachweis von *Verticillium albo-atrum* (= *nonalfalfae*) und *V. dahliae* über Real-time PCR direkt aus Hopfenreben (*in planta*-Nachweis) nach Maurer, Radišek, Berg und Seefelder (2013).

- Molekularer Nachweis über PCR mit spezifischen Primern (Carder et al., 1994; Radišek et al., 2004; Bulletin OEPP/EPP 2007; Seefelder und Oberhollenzer, nicht veröffentlicht) zur Verifizierung von Real-time-Ergebnissen und zur Unterscheidung von milden und letalen *Verticillium*-Stämmen.
- Phytopathologische Methode: Auslegen von Hopfenrebstücken auf Pilzselektionsmedium und mikroskopische Kontrolle des Pilzbewuchses zur Identifizierung von möglichen Infektionen mit *Verticillium albo-atrum* (= *nonalfalae*) und *V. dahliae*. Zum Teil wurden die Aussagen mit der PCR-Technik nachgeprüft und abgesichert.

Ergebnis

***Verticillium*-freies Pflanzgut und verschiedene Forschungsansätze**

Im Jahr 2016 wurden über 1200 Hopfenproben auf *Verticillium* hin untersucht. Am Anfang des Jahres lag das Hauptaugenmerk bei den Untersuchungen von Stämmen aus dem Hüller Züchtungsprogramm. Nachfolgend wurden die *Verticillium*-Detektionsmethoden auch zur Klärung verschiedener Forschungsansätze rund um *Verticillium* eingesetzt. So wurden künstliche Inokulationsansätze von Topfpflanzen mit *Verticillium* aus dem Gewächshaus untersucht, die noch von Dr. Seefelder durchgeführt worden waren, mit der Zielsetzung, ein *Verticillium*-Pathogenitätssystem auch bei uns an der LfL zu etablieren (vgl. Radišek et al., 2003). Des Weiteren wurde die Real-time PCR dazu genutzt, Möglichkeiten zur Eliminierung von *Verticillium* aus Hopfenpflanzmaterial zu prüfen.

Erstmaliger Befall von Ariana mit letalem *Verticillium*-Stamm

Darüber hinaus konnte die Ursache für die erstmals in einem Praxisbestand auftretenden Welkesymptome der 2016 neu eingeführten Special-Flavor-Sorte Ariana mit den zur Verfügung stehenden molekularen Detektionsmethoden geklärt werden. Bereits bei der Einführung der als Welke-tolerant eingestuften neuen Special-Flavor-Sorte Ariana wurde darauf hingewiesen, dass trotz seiner *Verticillium*-Widerstandskraft Ariana nicht auf Standorten mit massivem Welkebefall angebaut werden sollte. Mit dem Anbau einer *Verticillium*-toleranten Hopfensorte ohne vorausgehende Bodensanierung wird auf Welke-verseuchten Flächen die Entwicklung neuer, noch aggressiverer sog. „super-virulenten“ *Verticillium*-Stämme (Talboys, 1987) begünstigt, die die Resistenz der vormals Welke-resistenten Hopfensorte brechen. Im ersten Praxisjahr zeigte Ariana auf einem stark mit *Verticillium*-Welke vorbelasteten Boden deutliche Welkesymptome und die molekularen Tests bestätigten den Befall von Ariana mit *Verticillium*-Letal-Rassen.

Evaluierung und Optimierung der molekularen Nachweisverfahren

Zugleich wurde an einer Optimierung des Real-time PCR-Testsystems gearbeitet. Zielsetzungen sind die Differenzierung von Mild- und Letal-Stämmen von *Verticillium albo-atrum* (vgl. Guček et al, 2016) über den Multiplex-Real-Time PCR-Ansatz sowie die Absicherung der Ergebnisse durch Integration einer sog. Internen Kontrolle in den Ansatz zum Ausschluss von „Falsch-Negativen“.

Aufbau einer *Verticillium*-Referenzkollektion

Aktuell wird daran gearbeitet, ausgehend von Einzelsporisolen erneut eine *Verticillium*-Referenzsammlung aufzubauen. Dabei werden milde wie auch letale *Verticillium*-Stämme (Hüller Zuchtgarten, *Verticillium*-Selektionsflächen und auch von einzelnen Praxisflächen) als Glycerin-Stammlösungen konserviert, um deren Virulenzeigenschaften über lange Zeit erhalten zu können. Sie werden als Positiv-Kontrollproben bei allen PCR-Tests benötigt. Diese Stamm-Sammlung soll auch für künftige Forschungsansätze zum Thema *Verticillium* zur Verfügung stehen.

Selektion von Hopfen mit Resistenz/Toleranz gegenüber *Verticillium* im Freiland

Die Züchtung von Hopfen, die gegenüber milden und in besonderem Maße gegenüber den sehr aggressiven *Verticillium*-Stämmen Toleranz aufweisen, ist ein weiterer entscheidender Baustein, um den Hopfenanbau in der Hallertau und generell in Deutschland langfristig zu sichern.

Schon 2012 war damit begonnen worden, auf einer ehemaligen Praxisfläche mit aggressiven *Verticillium*-Stämmen 54 Zuchtstämme und Sorten im Feldanbau (8 Pflanzen pro Prüfglied) auf ihre Welke-Toleranz zu prüfen (Seefelder und Niedermeier, nicht veröffentlicht; Kindsmiller, 2015).

Aufbauend auf den Erkenntnissen aus diesem Versuch wurde 2015 die Selektion mit 29 Zuchtstämmen und sechs Sorten (7 Pflanzen pro Prüfglied und 3-facher Wiederholung) an einem anderen Standort mit bestätigtem Letal-*Verticillium*-Befall weitergeführt. Bereits im ersten Versuchsjahr trotz extremer Witterungsbedingungen konnte zwischen Welke-tolerant und hochsensibel reagierenden Hopfenstämmen und Sorten differenziert werden Abb. 4.7. Im Jahr 2016 kamen ergänzend nochmals fünf Zuchtstämme und neun Sorten dazu, die im Vergleich zur welkeresistenten Sorte Wye Target im Feld geprüft wurden. Im alten Prüfbestand auf der mit *Verticillium* belasteten Selektionsfläche konnten die Aussagen von 2015 verifiziert bzw. konkretisiert werden. Bei den neu gepflanzten Hopfen, selbst bei Sorten, die aufgrund der bisherigen Erfahrungen als hoch *Verticillium*-anfällig eingestuft werden, war hingegen die Welkesymptomausprägung weniger deutlich zu erkennen und damit war eine Einstufung in tolerant und anfällig nicht eindeutig möglich.

Grundsätzlich ist klar, dass Erkenntnisse zur Welketoleranz bestimmter Zuchtstämme auf jeden Fall über mehrere Jahre bestätigt werden müssen, bevor eine klare Bewertung vorgenommen werden kann.



Abb. 4.7: Foto links: Test von Hopfensorten und Stämmen auf *Verticillium*-Toleranz auf einer ehemaligen Praxisfläche mit sehr hohem Befallsdruck und bestätigtem Vorkommen einer sehr aggressiven *Verticillium*-Rasse; Rebstöcke von Ariana links im Hintergrund zu sehen (roter Pfeil); Foto rechts: vitale Ariana-Stöcke neben stark durch Welke betroffenen/dezimierten Reben eines *Verticillium*-anfälligen Stammes

„*Verticillium*-Toleranz“ – entscheidender Selektionsfaktor bei der Sortenentwicklung

Aufbauend auf den Erkenntnissen zur Welke-Toleranz von Hopfenstämmen aus den verschiedenen Züchtungsprogrammen, die auf den beiden Freiland-Selektionsflächen in den nächsten Jahren geprüft werden, soll künftig Widerstandsfähigkeit gegenüber dem *Verticillium*-umpilz und insbesondere gegenüber Letal-Rassen ein wichtiges Selektionskriterium bei der Entwicklung neuer Hopfensorten sein.

Allerdings muss jedem Hopfenpflanzler bewusst sein, dass der alleinige Anbau einer Welketoleranten Sorte das Welkeproblem auf einer *Verticillium*-Befallsfläche nicht lösen kann. Im Gegenteil, die gesteigerte Toleranz eines Hopfens führt unter den vorhandenen *Verticillium*-Rassen im Hopfengarten über kurz oder lang zur Selektion von Pilzstämmen mit noch aggressiveren Angriffsstrategien, zu sog. „supervirulenten Stämmen“, um das Überleben des Pilzes im Hopfen zu sichern.

Der erstmalige Befall von Ariana mit aggressiveren *Verticillium*-Stämmen (siehe oben) auf einer Praxisfläche mit vorausgegangener Welkeproblematik bei der Sorte Saphir kann als Beleg für das oben geschilderte Selektionsszenarium hin zu „supervirulenten“ *Verticillium*-Stämmen angesehen werden.

Ausblick

Die Bekämpfung der *Verticillium*-Welke in deutschen Hopfenanbaugebieten ist eine langfristige Aufgabe. Forschung und Beratung der LfL sowie die Umsetzung pflanzenbaulicher Vorsorgemaßnahmen durch die Hopfenpflanzler sind von zentraler Bedeutung im gemeinsamen Kampf gegen *Verticillium* im Hopfenbau.

Referenzen

- Down, G., Barbara, D., Radišek, S. (2007): *Verticillium albo-atrum* and *V. dahliae* on hop. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 37, 528–535.
- Inderbitzin, P. and Subbarao, K.V. (2014): *Verticillium* Systematics and Evolution: How Confusion Impedes *Verticillium* Wilt Management and How to Resolve It. Phytopathology 104 (6), 564-574. <http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-11-13-0315-IA>
- Guček, T., Stajner, N., Radišek, S. (2015): Quantification and detection of *Verticillium albo-atrum* in hop (*Humulus lupulus*) with real-time PCR. Hop Bulletin 22, 26-39.
- Kindsmiller, S. (2015): Auswertung einer vierjährigen Versuchsserie zum Einfluss verschiedener Düngemaßnahmen auf die *Verticillium*welke im Hopfen. Bachelorarbeit, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft, Studiengang Landwirtschaft.
- 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.A. (2014): New strategies to control *Verticillium* wilt in hops. Dissertation, Technische Universität Graz, 1-82.
- Maurer, K.A., Berg, G., Seefelder, S. (2014): Untersuchungen zur *Verticillium*-Welke im Hopfenanbauggebiet Hallertau. Gesunde Pflanze, 66, 53-61.
- Radišek, S., Jakše, J., Simoncic, A. and Javornik, B. (2003): Characterization of *Verticillium albo-atrum* field isolates using pathogenicity data and AFLP analysis. Plant Disease 87, 633–638
- Radišek, S., Jakše, J. and Javornik, B. (2004): Development of pathotype specific SCAR markers for the detection of *Verticillium albo-atrum* isolates from hop. *Plant Disease* 88, 1115–1122.
- 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.
- 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.
- Talboys, P.W. (1987): *Verticillium* wilt in English hops: retrospect and prospect. *Can. Journal of Plant Pathology* 9, 68-77.

4.7 Etablierung eines Blatt-Testsystems zur Beurteilung der Toleranz von Hopfen gegenüber Falschem Mehltau (*Pseudoperonospora humuli*)

Hintergrund und Zielsetzung

Infektionen des Hopfens mit Falschem Mehltau, verursacht durch den Pilz *Pseudoperonospora humuli*, stellen die Pflanze immer wieder vor große Herausforderungen. Auch im regenreichen Sommer 2016 trat in der Praxis verstärkt Peronospora-Befall auf. Seit Jahrzehnten unterstützt der etablierte Peronospora-Warndienst die Hopfenpflanze bei der gezielten Bekämpfung dieser Pilzkrankheit. Einen wesentlichen Beitrag zur Lösung des Peronospora-Problems leistet die Züchtung. Dabei sollen Hopfen mit deutlich verbesserter Toleranz gegenüber diesem Pilz entwickelt werden. Um frühzeitig auf Peronospora-Toleranz zu prüfen, werden alljährlich Tausende von Sämlingen im Gewächshaus mit einer Pilzsporensuspension eingesprüht und nachfolgend selektiert. Bei dieser Massenselektion kann die Widerstandsfähigkeit einzelner Hopfen nicht genau festgestellt werden.

Um weitere Aussagen zur Peronospora-Toleranz einzelner Sämlinge oder Sorten zu ermöglichen, soll ein weitgehend standardisiertes Testsystem mit abgeschnittenen Blättern (detached leaf assay) im Labor etabliert werden, mit dem die Toleranz bzw. Anfälligkeit gegenüber Peronospora zuverlässig und genau abgeschätzt werden kann. Hierbei wird nur die Toleranz gegenüber der sog. Sekundärinfektion erfasst, d.h. wie widerstandsfähig bzw. anfällig sich der Hopfen zeigt gegenüber Zoosporangien des Pilzes, die von außen auf die Blätter kommen. Bei sehr hoher Luftfeuchtigkeit schlüpfen die Zoosporen, dringen über Blattöffnungen in das Innere des Blattes und wachsen zu einem Pilzmyzel aus. Anfällige Hopfen zeigen daher als typische Pilzinfektionssymptome auf dem Blatt gelbliche (chlorotische) Flecken, die später verbräunen (Nekrosen).

Methode

Die Unterseite der Blätter von Hopfen, die sich in ihrer Peronospora-Toleranz deutlich unterscheiden, wurde mit der Peronospora-Sporangien-Suspension besprüht. Fünf bis 14 Tage nach der Beimpfung werden die Reaktionen der Blätter visuell beurteilt. Folgendes Infektionsszenario läuft ab: Auf der Blattunterseite werden aus den Zoosporangien bei sehr hoher Luftfeuchtigkeit (> 90 % Feuchtigkeit), in der Praxis also bei Regen, die Zoosporen (bewegliche Sporen) freigesetzt, die über die Spaltöffnungen ins Blattinnere eindringen. Innerhalb von wenigen Tagen bildet sich ein Pilzgeflecht (Myzel), das sich im Blattinneren (Interzellularraum) ausbreitet und wiederum aus den Spaltöffnungen herauswachsen kann. Auf der Blattunterseite wird nachfolgend ein schwarzgrauer Sporenbelaag (Zoosporangien auf Trägern = Sporulation) sichtbar. Die Symptome (Chlorosen, Nekrosen, Sporulation) wurden 5 bis 7 Tage nach Inokulation (dpi) bonitiert und bis 14 dpi weiter beurteilt. Die Bewertung erfolgte auf einer Skala von 0 bis 5, Fokus wurde auf die Sporulation gesetzt: 0 = keine Symptome, 1 = 1-10 %; 2 = 11-30 %; 3 = 31-60 %; 4 = 61-80 %; 5 = 81-100 % der Blattfläche betroffen. Nachfolgend wurde der Index für Krankheitsschwere (disease severity) nach Townsend-Heuberger bestimmt.

Ergebnis

An der Etablierung und Optimierung eines Blatt-Testsystems wird seit 2012 gearbeitet. Aufbauend auf den Arbeiten in den USA, UK, CZ und den Studien von Frau Dr. Kremheller in Hüll in den 1970er und 1980er Jahren wurden die verschiedenen Versuchs-Parameter überprüft. Erste Erkenntnisse dazu wurden im Jahre 2013 in einer Bachelorarbeit (Jawad-Fleischer, 2014) gesammelt.

Nach weiteren Verbesserungen bei der Reproduzierbarkeit und bei der Erhaltung der Vitalität der Zoosporen konnten je nach Peronospora-Toleranz auf den Blättern der zu untersuchenden Hopfen zuverlässig Chlorosen, Nekrosen und bei anfälligen Sporulation ausgelöst werden. 2016 wurden einzelne Parameter des Blatt-Testsystems nochmals angepasst (Abb. 4.8). Im Fokus stand die Optimierung des Temperaturregimes. Durch kontinuierliche Temperaturbedingungen mit 20 – 22 °C während der Dunkel- und Lichtphase wurde die Bildung von Nekrosen als Zeichen des Absterbens von Wirtszellen so beschleunigt, dass auf den abgestorbenen Blattzellen keine Sporulation mehr möglich war. Erst durch die Absenkung der Temperatur auf 13 °C während der 12-stündigen Dunkelphase wurde die Sporulation des Peronospora-Pilzes auf Blättern von anfälligen Hopfen schon in den ersten Tagen nach der Inokulation sichtbar, bevor die Wirtszellen im späteren Infektionsverlauf dann als Folge des Peronospora-Befalls abstarben (ausgeprägte Nekroseflecken). So konnte eine klare Differenzierung beider Reaktionen erreicht werden.

Blatt-Testsystem im Labor



Inokulationsmaterial: Peronospora-befallene Blätter aus dem Weckglas bzw. von Freiland-„Bubiköpfen“

Parameter:

- **Blattalter:** Blätter des 3. Knotens von Gewächshauspflanzen
- ganze Blätter statt Blatt-Disks
- **Inokulationsmaterial:** frische „Bubiköpfe“ > Weckglasmaterial
- Abschwemmen der Zoosporangien vom Blatt mit 4 °C kaltem, deionisiertem Wasser
- **Inokulationsdichte:** $2 \times 10^4 - 5 \times 10^4$ Zoosporangien / ml
- **Inokulation:** Besprühen mit Zoosporangien-Suspension auf Blattunterseite mit Zerstäuber
- **Inkubation** der Blätter auf 0,7 % Wasser-Agar in wasserdampfgesättigten Dosen bei 22 °C mit 12-stündiger Lichtphase und 12-stündiger Dunkelphase bei 13 °C
- **visuelle Bonitur:** tolerant /anfällig anhand der Einschätzung des Befalls (Chlorosen, Sporulation und Nekrosen) auf der Blatt-Unterseite 5-14 Tage nach Inokulation (dpi)



Reaktion der Blätter eines Peronospora-anfälligen (links) bzw. Pero.-toleranten (rechts) Hopfens 6 Tage nach der Inokulation

Abb. 4.8: Blatt-Testsystem auf Peronospora-Toleranz mit optimierten Durchführungsparametern

Während bei toleranteren Hopfensorten die Sporulation völlig unterdrückt wird (Reaktion von Hallertauer Tradition (HT) 12 Tage nach der Inokulation (dpi) – siehe Abb. 4.9) oder besonders im frühen Infektionsstadium als Abwehrreaktion kleinere Nekroseflecken (hypersensitive Reaktion der Wirtszellen; Hüller Bitterer (HB) 6 dpi – Abb. 4.9) auf den Blättern erschienen, zeigten sich auf den Blättern von anfälligeren /weniger toleranten Hopfen bereits wenige Tage nach der Inokulation chlorotische Blattflecken mit deutlicher Sporulation auf der Blattunterseite (Hallertau Blanc (HC) - Abb. 4.9). Im späteren Stadium entwickeln sich diese in dunkelbraune Nekrose-Flecken.



Abb. 4.9: Unterschiedliche Reaktionen von Hopfenblättern der Sorten Hallertau Blanc (HC), Hüller Bitterer (HB) und Hallertauer Tradition (HT) 6 bzw. 12 Tage nach Inokulation mit *Peronospora*

Für die Einschätzung der Toleranz eines Hopfens gegenüber dem *Peronospora*-Pilz war insbesondere eine frühzeitig auftretende starke Sporulation Indiz für eine hohe Anfälligkeit.

Ausblick

In der kommenden Saison werden mit diesem *Peronospora*-Blatt-Testsystem Sorten und Zuchtstämme untersucht. Entscheidend dabei ist, dass die im Labor über den Blatt-Test gefundene Toleranz bzw. Empfindlichkeit eines Hopfens gegenüber *Peronospora*-Sekundärinfektionen mit der Toleranz bzw. Anfälligkeit im Feld korreliert werden kann.

Referenzen

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.

Rotem, J., Cohen, Y. & Bashi, E. (1978): Host and environmental influences on sporulation in vivo. *Annual Review of Phytopathology*, 16, 83-101.

Savory, E.A., Granke, L.L., Quesada-Ocampo, L.M., Varbanova, M., Hausbeck, M.K., and Day, B. (2011) The cucurbit downy mildew pathogen *Pseudoperonospora cubensis*. *Mol Plant Pathol* 12: 217–226.

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.

4.8 Meristemkultur zur Erzeugung von gesundem Pflanzgut

Ziel

Viren, Viroide und *Verticillium* können bei Hopfen zu dramatischen Ertrags- und Qualitätsausfällen führen. Doch mit Pflanzenschutzmitteln sind diese Krankheiten nicht zu bekämpfen. Umso wichtiger ist eine biotechnologische Methode, die sog. Meristemkultur, mit der es möglich ist, aus der Wachstumszone des Sprosses virusinfizierter Hopfen nach einer Hitzetherapie gesunde, virusfreie Pflanzen zu regenerieren.

Bislang nimmt dieser Prozess der Virus-Eliminierung von der Meristem-Präparation über die Verklonung der regenerierten Pflanzen bis hin zur Virustestung 6-10 Monate in Anspruch. Dieser Prozess soll beschleunigt werden und neue Wege gefunden werden, um zusätzlich weitere Hopfen-Pathogene wie Viroide und *Verticillium* zu eliminieren.

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.

Blätter der aus den Meristemen sich entwickelnden Hopfen werden zur Absicherung des virusfreien Zustandes 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 der Arbeitsgruppe IPS 2c, Virusdiagnostik, untersucht. Die kostengünstigere Detektionsmethode mit ELISA wird grundsätzlich zur Testung auf das Hopfenmosaikvirus (HpMV) und das Apfelmosaikvirus (ApMV) genutzt. Die molekulare Technik kommt 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 falls nur sehr wenig *in vitro*-Ausgangsmaterial für die Untersuchungen zur Verfügung steht.

Ergebnis

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 von bis zu 10 Monaten. Um den gesamten Prozess deutlich zu beschleunigen, wurden verschiedene Parameter zur Kulturführung erforscht und optimiert. Durch den Einsatz eines Flüssigkultursystems konnte die Zeit von der Präparation des Meristems bis hin zur Regeneration und Verklonung des Pflänzchens im Vergleich zur Kultivierung auf Festmedium von bisher 6 bis 10 Monaten auf 3,5 bis 5 Monate verkürzt werden. Zugleich konnte die Genotypen-Abhängigkeit der Regenerationsfähigkeit deutlich verbessert werden. Des Weiteren entstanden vitalere Pflanzen aus der Meristemkultur.

Ausblick

An einer weiteren Optimierung der Regeneration von Meristemen wird gearbeitet. Dabei liegt der Fokus auch darauf, die Effektivität der Meristemkultur bei der Pathogenfreimachung zu verbessern.

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.
- Kremheller, H.T., Ehrmaier, H., Gmelch, F. & Hesse, H. (1989): Production and propagation of virus-free hops in Bavaria. In: Proceedings of the International Workshop on Hop Virus Diseases 1988, Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft, Rauschholzhausen, 131–134.
- Momma, T., and Takahashi, T. (1983): Cytopathology of shoot apical meristem of hop plants infected with hop stunt viroid. *Phytopath. Z.*, 106, 272-280.
- 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.

5 Hopfenbau, Produktionstechnik

LD Johann Portner, Dipl.-Ing. agr.

5.1 Nmin-Untersuchung 2016

Die Stickstoffdüngung nach DSN (Nmin) ist ein fester Bestandteil der Düngeplanung in den Hopfenbaubetrieben. 2016 beteiligte sich in den bayerischen Anbaugebieten Hallertau und Spalt rund die Hälfte der Hopfenbaubetriebe an der DSN-Untersuchung. Dabei wurden 2 797 Hopfengärten auf den Nmin-Gehalt untersucht und eine Düngeempfehlung erstellt.

In der nachfolgenden Grafik ist die Entwicklung der Zahl der Proben zur Nmin-Untersuchung zusammengestellt. Der durchschnittliche Nmin-Gehalt in den bayerischen Hopfengärten war 2016 mit 80 kg N/ha deutlich höher als im Vorjahr (65 kg Nmin/ha). Ursächlich dafür dürften die geringeren Entzüge des Vorjahres und der warme und niederschlagsarme Winter sein, in dem kaum Stickstoff verlagert bzw. ausgewaschen wurde. Die vom Nmin-Wert abgeleitete Düngeempfehlung für die bayerischen Hopfengärten war folglich niedriger als im Vorjahr und betrug im Durchschnitt Bayerns 152 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.

Nmin-Untersuchungen, Nmin-Gehalte und Düngeempfehlungen der Hopfengärten in

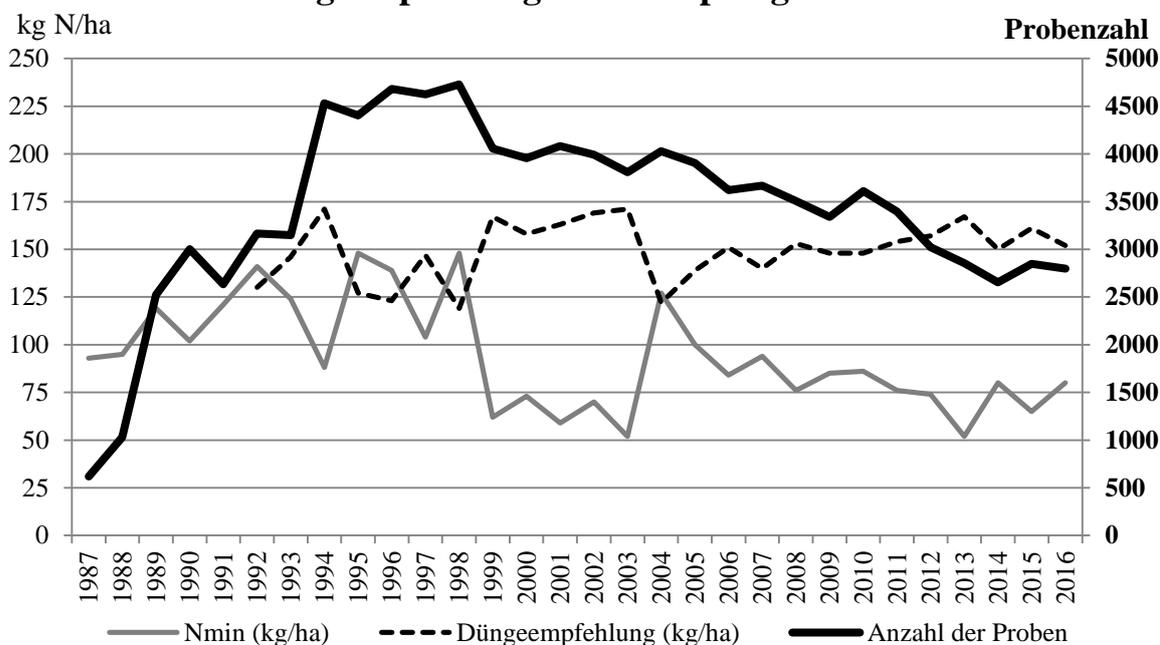


Abb. 5.1: Nmin-Untersuchungen, Nmin-Gehalte und Düngeempfehlungen der Hopfengärten in Bayern im Verlauf der Jahre

In der nächsten Tabelle sind für die bayerischen Anbauggebiete auf der Basis der Landkreise die Zahl der untersuchten Hopfengärten, der durchschnittliche Nmin-Wert sowie die daraus errechnete durchschnittliche Stickstoffdüngempfehlung zusammengestellt. Die Verhältnisse in den verschiedenen Landkreisen und Regionen Bayerns zeigen ein deutliches Nord-Süd-Gefälle.

Die höchsten Nmin-Werte sind im Landkreis Eichstätt (Jura) gefolgt von den fränkischen Anbauregionen Hersbruck und Spalt zu finden. In der Hallertau unterscheiden sich die nach Landkreisen gemittelten Nmin-Werte kaum, lediglich der Landkreis Landshut sticht durch etwas höhere Nmin-Werte hervor.

Tab. 5.1: Probenzahl, durchschnittliche Nmin-Gehalte und Düngempfehlungen der Hopfengärten nach Landkreisen bzw. Regionen in Bayern 2016

Landkreis bzw. Anbauregion	Probenzahl	Nmin kg N/ha	Düngempfehlung kg N/ha
Eichstätt (ohne Kinding)	211	110	134
Hersbruck	49	98	127
Spalt (ohne Kinding)	96	95	127
Landshut	160	85	146
Kelheim	1044	77	155
Pfaffenhofen	928	76	156
Eichstätt (Kinding)	30	75	146
Freising	277	74	158
Neuburg-Schrobenhausen	2	57	158
Bayern	2797	80	152

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

Tab. 5.2: Probenzahl, durchschnittliche Nmin-Gehalte und Düngempfehlung bei verschiedenen Hopfensorten in Bayern 2016

Sorte	Probenzahl	Nmin kg N/ha	Düngempfehlung kg N/ha
Nugget	20	57	170
Herkules	672	71	170
Mandarina Bavaria	47	67	163
Opal	29	64	158
Hall. Magnum	265	75	157
Huell Melon	22	73	157
Cascade	10	75	154
Hall. Taurus	70	82	153
Hallertau Blanc	25	80	153
Perle	534	84	146
Hersbrucker Spät	171	86	145
Hall. Tradition	504	88	144
Spalter Select	104	87	142
Saphir	75	96	137
Hallertauer Mfr.	130	76	137
Northern Brewer	28	103	135
Spalter	53	87	125
Sonstige	38	85	145
Bayern	2797	80	152

5.2 Optimierung des Bewässerungsmanagements im Hopfenbau (ID 4273)

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Finanzierung:	Dt. Bundesstiftung Umwelt und Erzeugergemeinschaft HVG e.G.
Projektleiter:	Dr. M. Beck
Bearbeitung:	T. Graf
Kooperation:	Dr. M. Beck, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf Prof. Urs Schmidhalter, TU München, Weihenstephan
Laufzeit:	01.12.2011 – 31.12.2015

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. 15-20 % der Hopfenflächen Bewässerungssysteme 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 war 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 bezogen sich dabei auf:

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

Die durchgeführten Versuche und Ergebnisse wurden im Rahmen einer Dissertation mit dem Titel „Tröpfchenbewässerung im Hopfenbau – Feldversuche, Physiologie und Rhizosphäre“ beschrieben und im Dezember 2016 veröffentlicht. Diese kann im Internet unter dem Link <https://mediatum.ub.tum.de/1304504> nachgelesen werden.

5.3 Reaktion der Sorten Perle, Polaris und Herkules auf Reduzierung der Gerüsthöhe (6 m)

Bearbeitung:	S. Fuß, A. Lutz
Laufzeit:	2012 – 2016

Ziel

Aufgrund verheerender Sturmereignisse vergangener Jahre, 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 bisherigen Berechnungen und Schätzungen eines Statikbüros würden sich dadurch die statischen Belastungen um ca. 15-20 % verringern und sich damit 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 vorrangigen Projekten 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. Im Jahresbericht 2014 wurde das Ergebnis von einem weiteren Versuchsstandort bei Pfeffenhausen für die Sorte Hallertauer Tradition veröffentlicht. Um allgemeine Empfehlungen für die Praxis zu erarbeiten, wurden weitere Versuche im Versuchsgarten Stadelhof durchgeführt und im Jahr 2016 zum Abschluss gebracht.

Methode

Bei der Standortsuche wurde bei allen Versuchsanlagen die Fläche bzw. der Boden sehr intensiv begutachtet, um für die Varianten möglichst gleiche Ausgangsbedingungen zu schaffen. Eine Teilfläche im Versuchsgarten Stadelhof wurde in 2 jeweils gleich große Parzellen eingeteilt, die zwei Säulenabstände breit waren. In einer Parzelle wurde die Gerüsthöhe durch ein zusätzlich eingezogenes Drahtnetz von 7 auf 6 m reduziert. Diese wurden jeweils mit den 3 Hopfensorten Perle, Polaris und Herkules bepflanzt, dass jede Sorte mit 8 Wiederholungen beerntet werden konnte. In Absprache mit den Versuchsgartenbetreuern wurden die Versuchspartellen betriebsüblich bewirtschaftet. Damit wurden der Pflanzenschutz, die Düngung und die Bodenbearbeitung in allen Parzellen in gleicher Weise durchgeführt.



Abb. 5.2: 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 auch auf Doldenausbildung und auf Krankheitsbefall untersucht.

Ergebnis

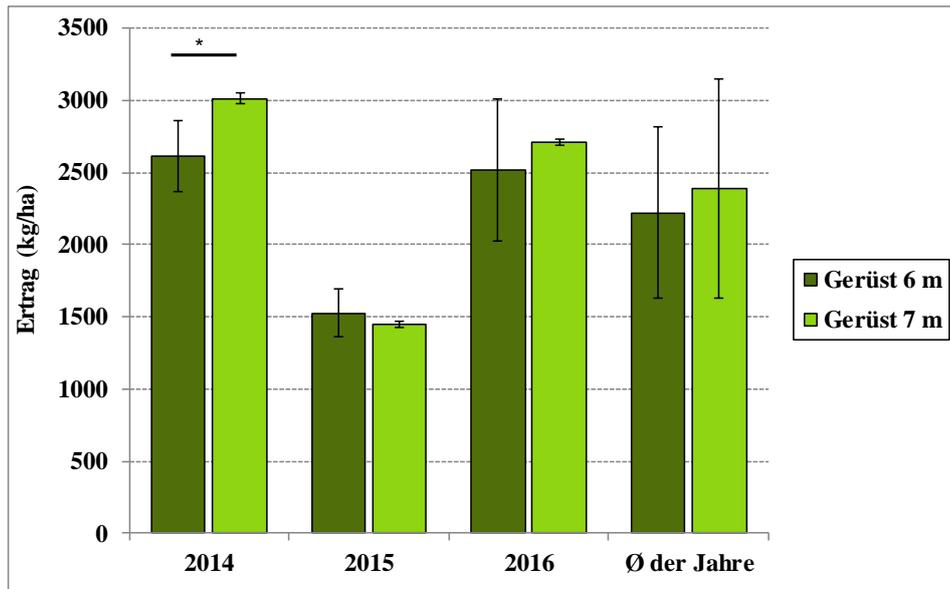


Abb. 5.3: Einfluss der Gerüsthöhe auf den Ertrag bei der Sorte Perle

Ertrag (kg/ha) mit Standardabweichung der Aromasorte Perle ($n = 24$) 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 Stadelhof mit der Sorte Perle zeigen die Varianten mit 6 m bzw. 7 m nur im Jahr 2014 signifikante Unterschiede im Ertrag. Das Jahr 2015 war extrem trocken und heiß. Vor allem die Aromasorte Perle litt darunter sehr stark, so dass kein Mehrertrag auf dem 7 m hohen Gerüst festgestellt werden konnte. Im Jahr 2016 und im Durchschnitt der Jahre zeigt aber das 7 m hohe Gerüst, wenn auch nicht statistisch absicherbar, eine Tendenz zu höheren Erträgen.

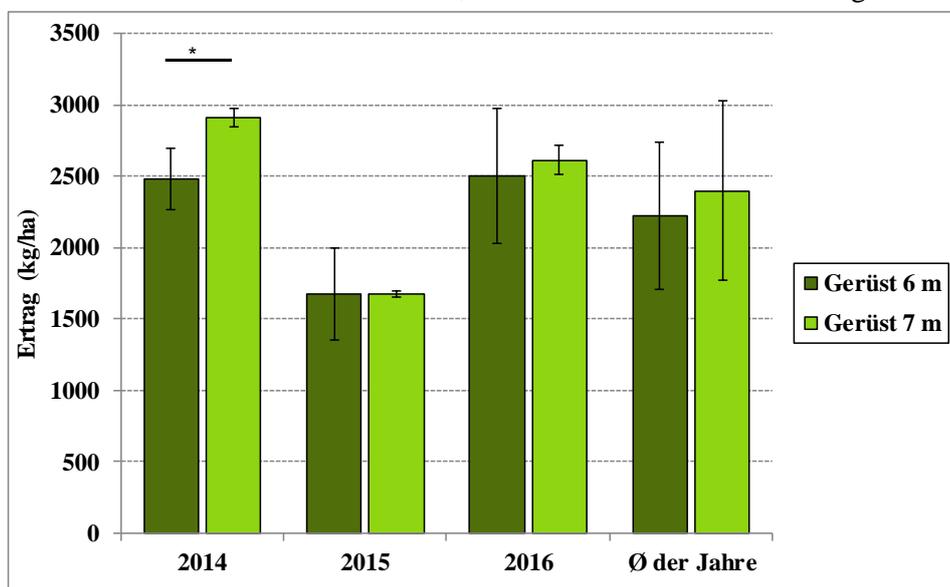


Abb. 5.4: Einfluss der Gerüsthöhe auf den Ertrag bei der Sorte Polaris

Ertrag (kg/ha) mit Standardabweichung der Hochalphasorte Polaris ($n = 24$) 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 Sorte Polaris verhielt sich bei den Erträgen nahezu deckungsgleich wie die Sorte Perle. Auch hier ist die Tendenz zu höheren Erträgen festzustellen aber nur teilweise statistisch absicherbar.

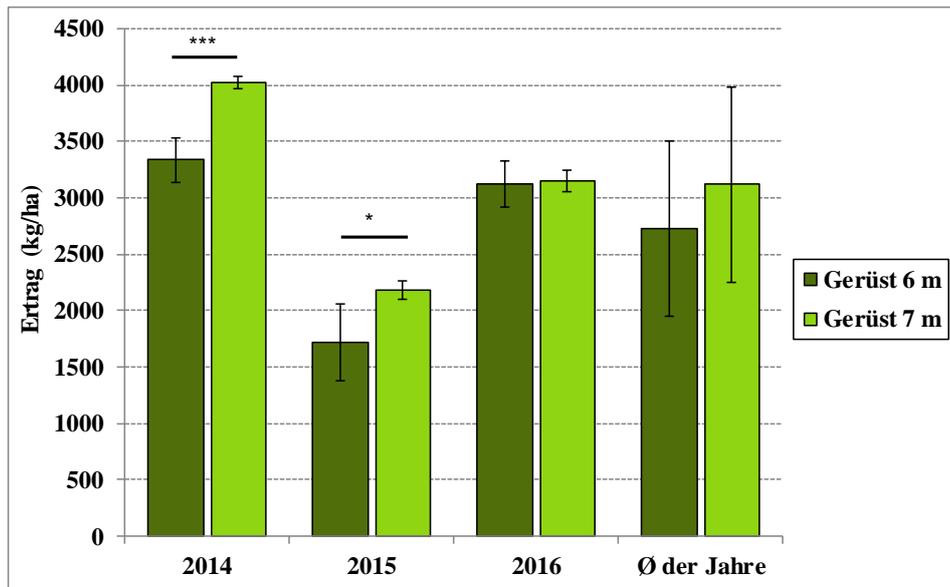


Abb. 5.5: Einfluss der Gerüsthöhe auf den Ertrag bei der Sorte Herkules

Ertrag (kg/ha) mit Standardabweichung der Hochalphasorte Herkules ($n = 24$) 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 Ertragsfeststellung bei der Sorte Herkules ergab in den Jahren 2014 und 2015 einen statistisch absicherbaren Mehrertrag bei 7 m Gerüsthöhe. Im Jahr 2016 fällt auf, dass die Erträge, entgegen den Erwartungen, auf der 7 m hohen Anlage nicht höher waren. Ein Grund hierfür könnte sein, dass im Versuchsgarten das Düngenniveau relativ niedrig ist und so das Ertragsmaximum in der 7 m Anlage nicht erreicht werden konnte.

Der Trend zu höheren Erträgen war bei allen Sorten unterschiedlich stark vorhanden, konnte aber nicht immer statistisch abgesichert werden.

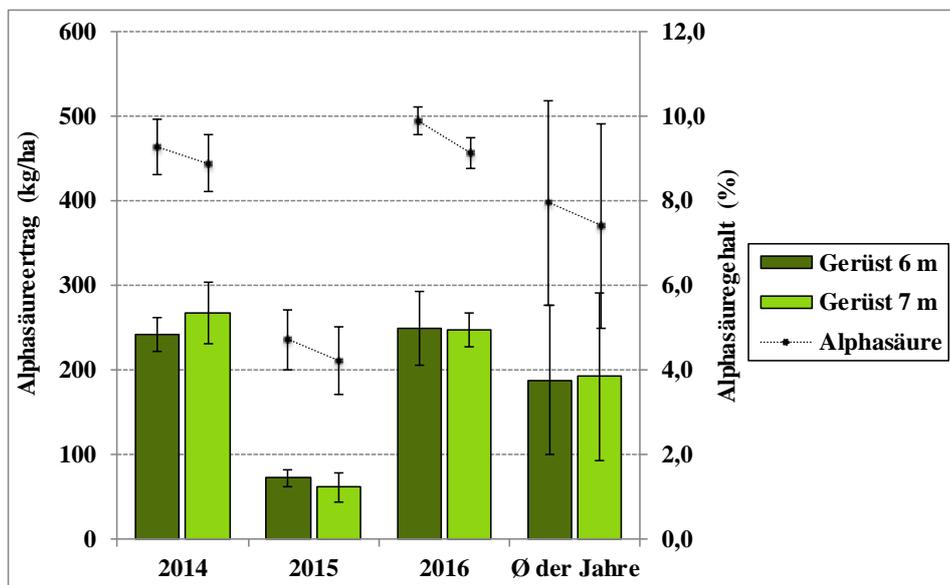


Abb. 5.6: Einfluss der Gerüsthöhe auf den Alphasäuregehalt und -ertrag bei der Sorte Perle

Alphasäuregehalt (%) und Alphasäureertrag (kg/ha) der Aromasorte Perle ($n = 24$) im Vergleich bei 6 m und 7 m Gerüsthöhe. Signifikante Unterschiede des Alphasäureertrages bzw. -gehalts wurden intraspezifisch mittels mehrfaktorieller Varianzanalysen getestet und gekennzeichnet ($p < 0,05$ *, $p < 0,01$ ** und $p < 0,001$ ***).

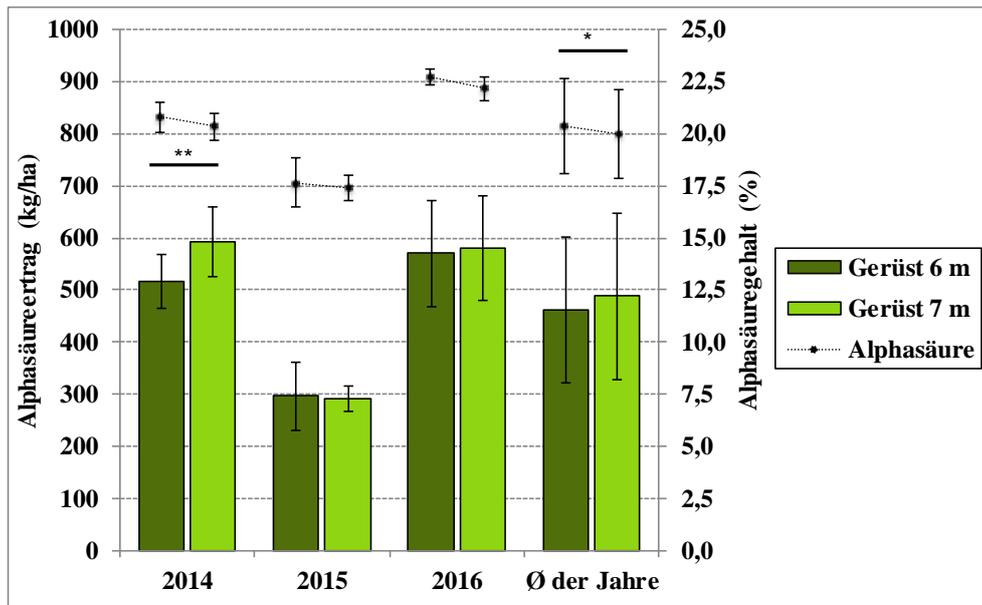


Abb. 5.7: Einfluss der Gerüsthöhe auf den Alphasäuregehalt und -ertrag bei der Sorte Polaris

Alphasäuregehalt (%) und Alphasäureertrag (kg/ha) der Hochalphasorte Polaris ($n = 24$) im Vergleich bei 6 m und 7 m Gerüsthöhe. Signifikante Unterschiede des Alphasäureertrages bzw. -gehalts wurden intraspezifisch mittels mehrfaktorieller Varianzanalysen getestet und gekennzeichnet ($p < 0,05$ *, $p < 0,01$ ** und $p < 0,001$ ***).

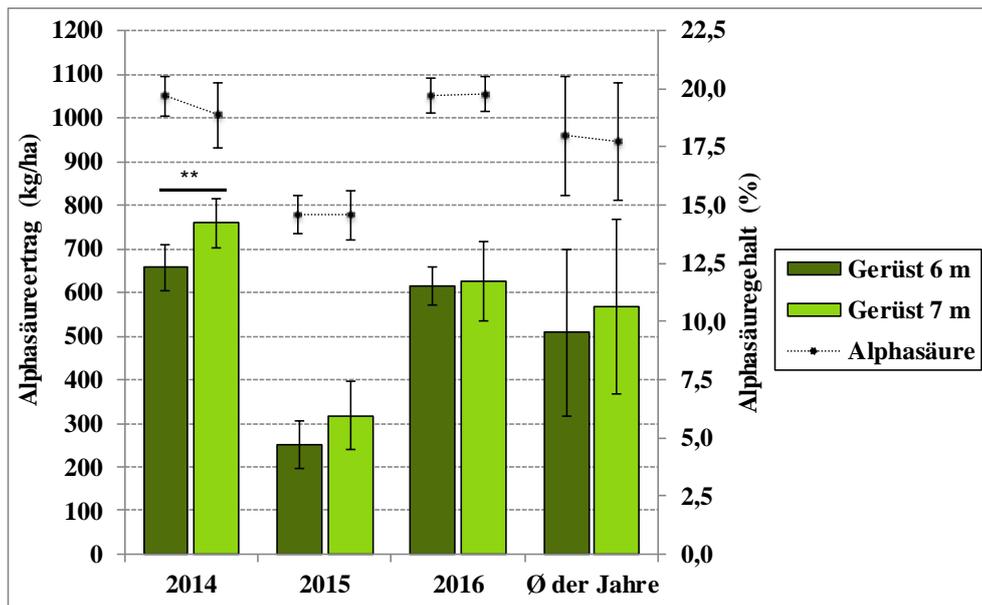


Abb. 5.8: Einfluss der Gerüsthöhe auf den Alphasäuregehalt und -ertrag bei der Sorte Herkules

Alphasäuregehalt (%) und Alphasäureertrag (kg/ha) der Hochalphasorte Herkules ($n = 24$) im Vergleich bei 6 m und 7 m Gerüsthöhe. Signifikante Unterschiede des Alphasäureertrages bzw. -gehalts 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 bei allen Sorten vernachlässigt werden. Der Trend zu höheren Alphasäureerträgen bei der 7 m Anlage kann nur im Jahr 2014 bei den Sorten Herkules und Polaris statistisch abgesichert werden. Durch die schwankenden Erträge und Abweichungen in den Alphasäurenuntersuchungsergebnissen zwischen den Wiederholungen innerhalb einer Variante ergeben sich keine statistischen Unterschiede zwischen den Varianten, da die Varianz zwischen den Varianten sehr groß ist.

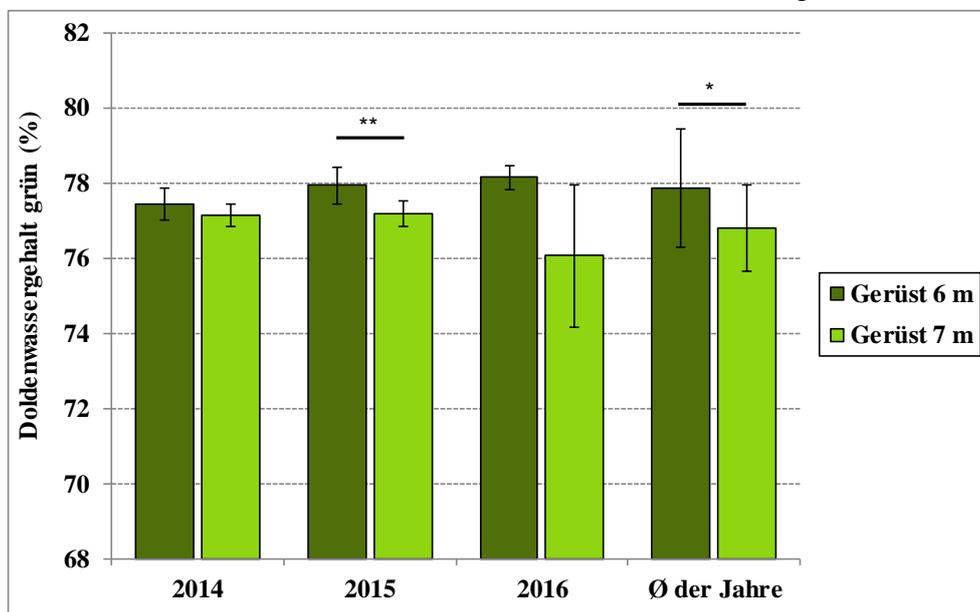


Abb. 5.9: Einfluss der Gerüsthöhe auf den Doldenwassergehalt bei gleichem Erntezeitpunkt bei der Sorte Perle

Doldenwassergehalt grün (%) der Aromasorte Perle ($n = 24$) im Vergleich bei 6 m und 7 m Gerüsthöhe. Signifikante Unterschiede des Doldenwassergehalts wurden intraspezifisch mittels mehrfaktorieller Varianzanalysen getestet und gekennzeichnet ($p < 0,05$ *, $p < 0,01$ ** und $p < 0,001$ ***).

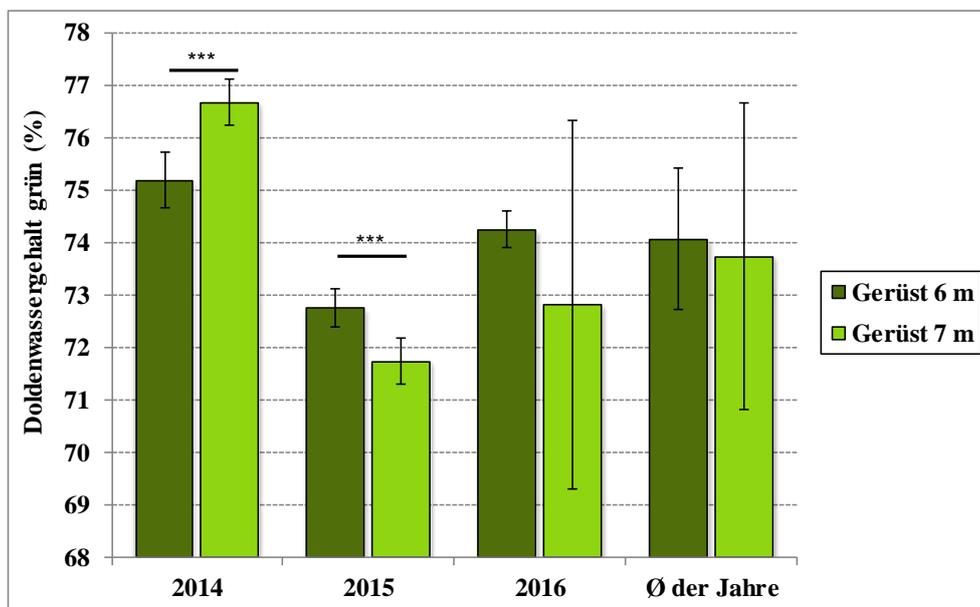


Abb. 5.10: Einfluss der Gerüsthöhe auf den Doldenwassergehalt bei gleichem Erntezeitpunkt bei der Sorte Polaris

Doldenwassergehalt grün (%) der Hochalphasorte Polaris ($n = 24$) im Vergleich bei 6 m und 7 m Gerüsthöhe. Signifikante Unterschiede des Doldenwassergehalts wurden intraspezifisch mittels mehrfaktorieller Varianzanalysen getestet und gekennzeichnet ($p < 0,05$ *, $p < 0,01$ ** und $p < 0,001$ ***).

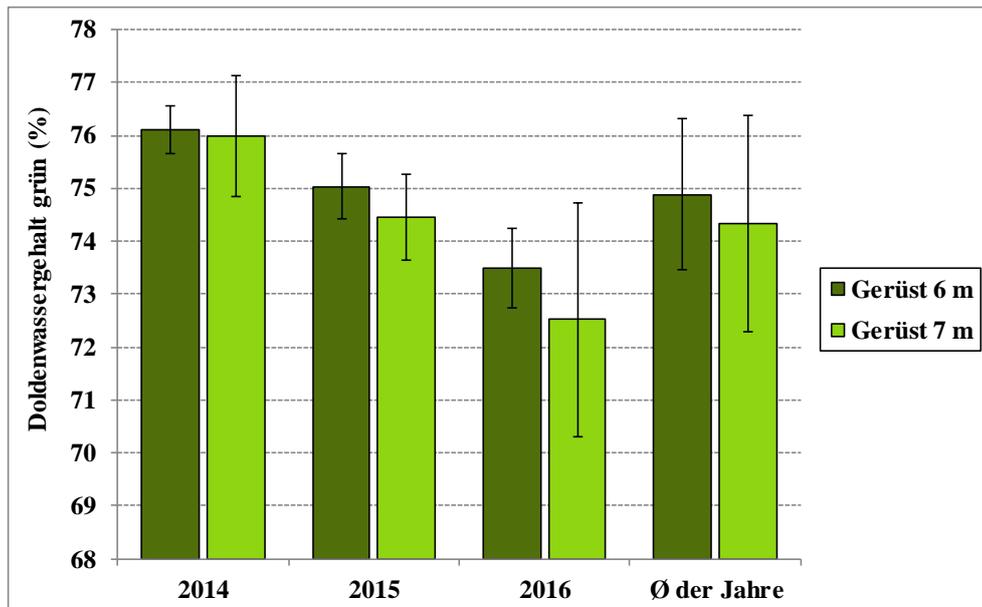


Abb. 5.11: Einfluss der Gerüsthöhe auf den Doldenwassergehalt bei gleichem Erntezeitpunkt bei der Sorte Herkules

Doldenwassergehalt grün (%) der Hochalphasorte Herkules ($n = 24$) im Vergleich bei 6 m und 7 m Gerüsthöhe. Signifikante Unterschiede des Doldenwassergehalts wurden intraspezifisch mittels mehrfaktorieller Varianzanalysen getestet und gekennzeichnet ($p < 0,05$ *, $p < 0,01$ ** und $p < 0,001$ ***).

Durch die Reduzierung der Gerüsthöhe auf 6 m konnte in fast allen Versuchsjahren und im Durchschnitt der Versuchsjahre bei allen Sorten ein höherer Wassergehalt der grünen Dolde gemessen werden. Eine Ausnahme ist das Messergebnis der Sorte Polaris vom Jahr 2014, wobei hier Fehler in der Analyse nicht auszuschließen sind. Insgesamt bestätigen die Grafiken die Ergebnisse aus den vorangegangenen Versuchen, die eindeutig darauf hinweisen, dass der optimale Erntezeitpunkt bei der 6 m Gerüstanlagen später erreicht wird. Für die Praxis lässt sich somit wieder die klare Empfehlung ableiten, dass bei gesunden Beständen gleicher Sorte die 6 m hohen Anlage zuletzt beerntet werden sollte.

Bei den Auswertungen und Bonituren der Doldenmuster im Hinblick auf Doldenausbildung und Krankheitsbefall waren in allen Sorten und Jahren keine Unterschiede zwischen den Gerüsthöhen festzustellen.

Die bisher gewonnen Ergebnisse sollten bei der Errichtung von Hopfengärten in sehr guten Ertragslagen berücksichtigt werden, da nur in den 7 m Anlagen das optimale Ertragspotential ausgeschöpft werden kann. Allerdings können bei der Anlage neuer Gerüste in sturmgefährdeten Lagen, v. a. wenn es sich um ertragsschwächere Standorte handelt, die statischen Vorteile niedrigerer Gerüste den Nachteil etwaiger Mindererträge kompensieren.

5.4 Testung eines alternativen Aufleitsystems in den Hopfensorten Perle und Herkules hinsichtlich Selbstanleitung, Pflanzenwachstum, Ertrag und Qualität

Projektleiter: J. Portner
Bearbeitung: R. Obster (Bachelorarbeit)
Kooperation: M. Huber, T. Goldbrunner (Fa. Moser)
Laufzeit: 2016

Ziel

Die Sonderkultur Hopfen zählt zu den arbeitsintensivsten Kulturen, weshalb von Zeit zu Zeit darüber nachgedacht werden sollte, ob gewisse Arbeitsschritte mithilfe einer Systemumstellung erleichtert bzw. eingespart werden könnten. Anlässlich dessen wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit in Zusammenarbeit mit der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf untersucht, ob der größte Arbeitszeitfaktor im Hopfenbau, das sogenannte Anleiten und Ausputzen der Hopfentriebe, mittels eines alternativen Systems reduziert oder gar entfallen kann. Die Idee dahinter war, die Vorzüge der Niedrigergerüstanlagen, welche in der weitgehenden Selbstanleitung liegen, in einer Hochgerüstanlage zu nutzen. Dafür wurde in eine typische 7 m Gerüstanlage parzellenweise ein alternatives System (Laubwand) integriert und mit dem herkömmlichen Aufleitsystem (V-Aufleitung) verglichen. Das Ganze wurde an einem Standort mit den beiden in Deutschland flächenmäßig bedeutendsten Hopfensorten Perle und Herkules jeweils in einer randomisierten Blockanlage realisiert. Neben dem Gelingen der Selbstanleitung sollte der Versuch auch Aufschluss über die Ertragsleistung des Systems sowie die Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum und die Qualität geben.



Abb. 5.12: Abbildung des alternativen Aufleitsystems in der Sorte Perle Anfang August

Methode

Die Versuchsfläche in der Nähe der Gemeinde Volkenschwand wies einen homogenen Boden (schluffiger Lehm) auf, erstreckte sich über eine Fläche von 4,14 ha und war mit den Hopfensorten Perle (2 ha) und Herkules (2,14 ha) bepflanzt. In beiden Sorten wurden jeweils vier Versuchspartzen (Wiederholungen) mit der konventionellen V-Aufleitung angelegt sowie weitere vier Partzen des alternativen Aufleitsystems.

Für die Gewährleistung von Realbedingungen bestanden die einzelnen Parzellen jeweils aus drei Reihen, wobei lediglich der mittlere Bifang versuchstechnisch beerntet wurde. Die Parzellenlänge betrug 2 Säulenabstände bzw. 14 Pflanzen.

Für die Versuchsumsetzung des alternativen Systems fanden kleinere Modifizierungen an der Gerüstanlage statt, da die Pflanzen in diesem System an einer netzartig gesponnenen und vertikal verlaufenden Schnur emporwachsen sollten. Die Anzahl der Schnüre pro Hopfenstock betrug jedoch auch in diesem System lediglich zwei Stück je Stock, d. h. es handelte sich um eine Art V-Aufleitung welche um 90 ° gedreht wurde. Die Fixierung der Aufleitschnur erfolgte in Stocknähe an einem ca. 45-50 cm über der Schneidsohle gespannten Stacheldraht. Von dort wurde die Endlosschnur nach oben an den Stacheldraht geführt, in einem dort befestigten Metallhaken eingehängt und wieder nach unten geleitet, wo die Schnur erneut umgeleitet wurde. So entstand eine enge V-förmige Aufleitung in der Reihe.



Abb. 5.13: Anbringung der Schnüre an die Gerüstanlage im alternativen Aufleitsystem

In den konventionellen Parzellen fand das standartmäßige Anleiten von je drei Trieben pro Steigdraht zu den betriebsüblichen Terminen statt (Tab. 5.3). In den Parzellen mit den alternativen Varianten kam es zunächst zu keiner Anleitung, da dort die Triebe ihren Weg an das Steigmaterial eigenständig und ohne fremde Hilfe finden sollten. Jedoch stellte sich bald heraus, dass die Distanz zwischen Boden und beginnender Aufleitschnur zu groß war, weshalb die Selbstanleitung in beiden Sorten scheiterte. Folglich wurde eine händische Anleitung gleichermaßen wie im konventionellen System unumgänglich, um Lücken in Bestand und zu hohe Ertragsverluste zu vermeiden. Diese konnte jedoch erst einige Tage nach den Anleitterminen der herkömmlichen Parzellen erfolgen, da die Triebe aufgrund der in ca. 48 cm Höhe beginnenden Steigschnur eine gewisse Länge zum Andrehen aufweisen mussten.

Tab. 5.3: Anleittermine der beiden Hopfensorten in den verschiedenen Systemen

	Herkules	Perle
V-Aufleitung	12.05.2016	06.05.2016
Alternative Aufleitung	17.05.2016	17.05.2016

Die Ergebnisermittlung fand zum einen durch wöchentliche Höhenmessungen in Bezug auf die Bestandsentwicklung statt, zum anderen durch verschiedene Bonituren und eine exakte Beerntung. Zur Ertragsermittlung wurde jeweils die mittlere Reihe jeder Parzelle in 4-facher Wiederholung beerntet und das Grüngewicht festgestellt.

Zur Errechnung der Trockenhopfengewichts und zur Alphagehaltsbestimmung wurde von jeder Wiederholung eine Probe entnommen und in Hüll getrocknet und analysiert. Außerdem wurde das Doldenvolumen bestimmt, wozu im getrockneten Zustand pro Parzelle genau 500 Dolden abgezählt wurden, um anschließend in einem Messbecher das Volumen zu ermitteln.

Ergebnis

Der Abstand von durchschnittlich 48 cm zwischen Austriebsebene des Hopfens und unterem Spanndraht ließ das Vorhaben der Selbstanleitung wie bereits erwähnt scheitern. Die Distanz erwies sich als zu groß, d. h. der Großteil der Triebe verlor an Standfestigkeit und neigte sich vor Erreichen der Schnur zur Seite (Abb. 5.14).



Abb. 5.14: Perlepfflanzen unmittelbar vor dem Arbeitsschritt Ausputzen und Anleiten im alternativen Aufleitsystem am 17.05.2016

Um dennoch dem alternativen Aufleitsystem optimale Startbedingungen zu ermöglichen, entschied man sich die Selbstanleitung aufzugeben und die Triebe an die Schnur wie beim herkömmlichen System anzuleiten. Dadurch kam es anders als geplant zu keinem geringeren Arbeitsaufwand in den alternativen Aufleitvarianten, im Gegenteil, die ermittelten Arbeitsstunden lagen bei beiden Sorten im Schnitt sogar um rund 15 % höher als im konventionellen System. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Triebe erst ab einer bestimmten Höhe angeleitet werden konnten. Zu diesem Zeitpunkt waren jedoch viele Triebe bereits ineinander verwachsen oder aber noch zu klein zum Andrehen. Sie mussten deshalb mühevoll um diejenigen geleitet werden, welche bereits um die Schnur gewunden werden konnten. Dies führte zu Verzögerungen im Anleittempo, da feinfühlig gearbeitet werden musste.

Die Arbeitszeitmessungen für das Anbringen des Aufleitmaterials zeigen, dass für das Befestigen der Aufleitschnur nicht mehr Zeit benötigt wird als für das Drahtaufhängen und -einstecken beim konventionellen System. Bei Perfektionierung des alternativen Systems könnte im Frühjahr, wenn die Selbstanleitung erfolgreich verläuft, sogar eine erhebliche Arbeitszeiterparnis für die Hopfenpflanzer erreicht werden. Diese Zeiteinsparung spielt allerdings lediglich eine Rolle, wenn das System in Sachen Ertrag und Qualität des Hopfens auf Augenhöhe mit dem konventionellen System liegt.

Aus diesem Grund wurde der Versuch nach Scheitern der Selbstanleitung fortgeführt, um Ergebnisse über Ertrag, Qualität etc. des alternativen Aufleitsystems zu ermitteln.

Die Sorte Herkules wies in der Entwicklung der Pflanzen kaum sichtbare Unterschiede zwischen den Systemen auf (Abb. 5.15). Bei der Sorte Perle hingegen waren die Parzellen der alternativen Aufleitung bis Ende Juli dem herkömmlichen System im Wachstum hinterher (Abb. 5.16). Grund hierfür war vermutlich, dass die Parzellen erst 11 Tage nach den konventionellen Parzellen angeleitet werden konnten. So musste der Hopfenstock an sich eine viel längere Zeit eine hohe Anzahl an Trieben versorgen, die ihn viel Energie kostete. Ein weiterer Aspekt ist, dass die Triebe eine längere Zeit keine Steigmöglichkeit zur Verfügung hatten, welche das Wachstum positiv beeinflusst hätte. Bei der Sorte Herkules betrug der Unterschied zwischen den Anleitterminen in etwa die Hälfte der Tage. Das führte im Umkehrschluss zu lediglich minimalen bis kaum sichtbaren Unterschieden.

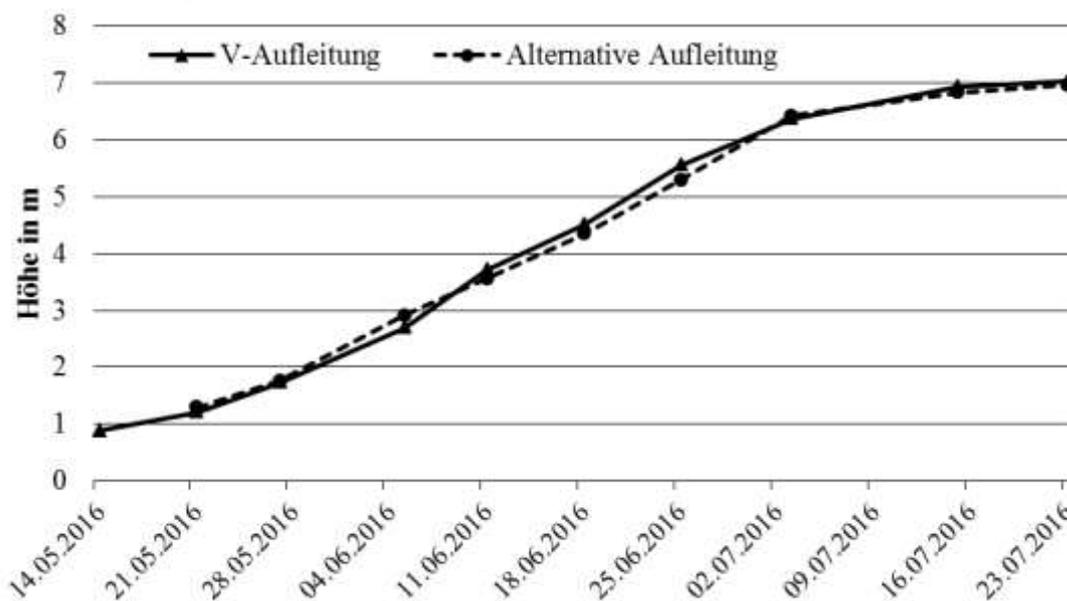


Abb. 5.15: Wachstumsverlauf der Hopfenpflanzen im Vergleich der Aufleitungssysteme bei der Sorte Herkules

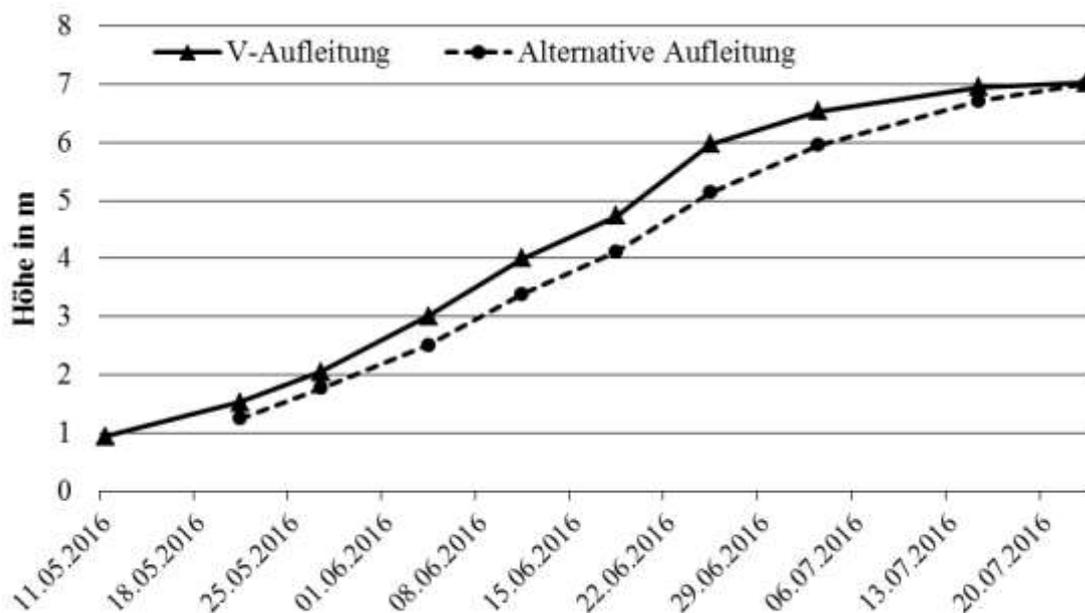


Abb. 5.16: Wachstumsverlauf der Hopfenpflanzen im Vergleich der Aufleitungssysteme bei der Sorte Perle

Die Frage stellt sich, ob der Unterschied im Pflanzenwachstum Auswirkungen auf die spätere Ertragsentwicklung hatte. Tatsächlich lagen die Ertragsergebnisse der Sorte Perle im alternativen Aufleitsystem sowohl im Ertrag (kg/ha) als auch im Alphasäureertrag (kg/ha) signifikant unter denen der V-Aufleitung. Bei der Hochalphasorte Herkules hingegen waren die Unterschiede im Doldenertrag wie auch im Bitterstoffertrag deutlich geringer. Aus diesem Grund könnte zumindest ein Teil des großen Ertragsunterschiedes, der sich im Versuch bei der Hopfensorte Perle zeigte, auf die verspätete Anleitung der alternativen Variante zurückzuführen sein.

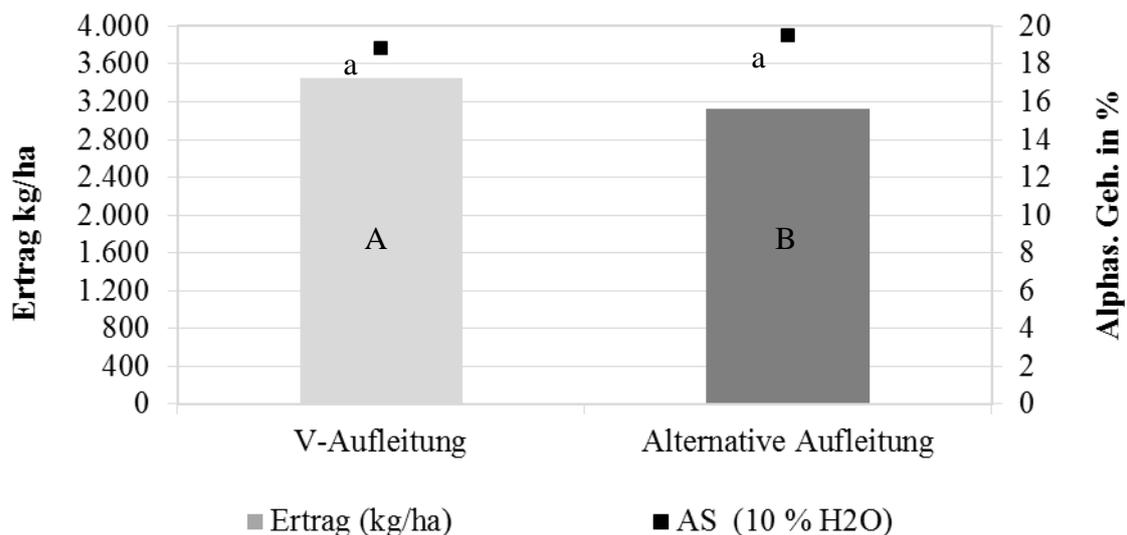


Abb. 5.17: Erträge und Alphasäuregehalte der Sorte Herkules in Abhängigkeit vom Aufleitsystem

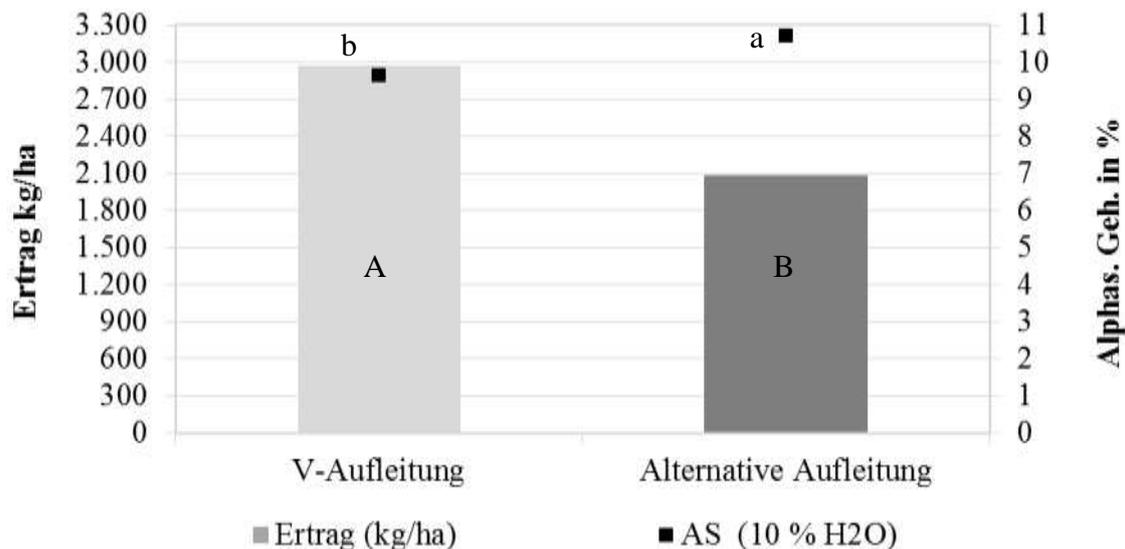


Abb. 5.18: Erträge und Alphasäuregehalte der Sorte Perle in Abhängigkeit vom Aufleitsystem

Der Minderertrag im alternativen System bei der Aromasorte Perle spiegelte sich auch in der Erhebung des Doldenvolumens (Abb. 5.19) wieder, denn hier wies das alternative System ein deutlich größeres Doldenvolumen auf. Die Theorie dahinter ist, dass die Dolden an sich größer werden, sobald die Pflanzen weniger Dolden (Ertrag) tragen, d. h. bei der Aromasorte führte der geringere Doldenanhang im alternativen System zu einem um 30 % höheren Doldenvolumen als in der konventionellen Variante. Bei der Sorte Herkules hingegen war der Unterschied im Doldenvolumen zwischen den Systemen nicht nachweisbar.

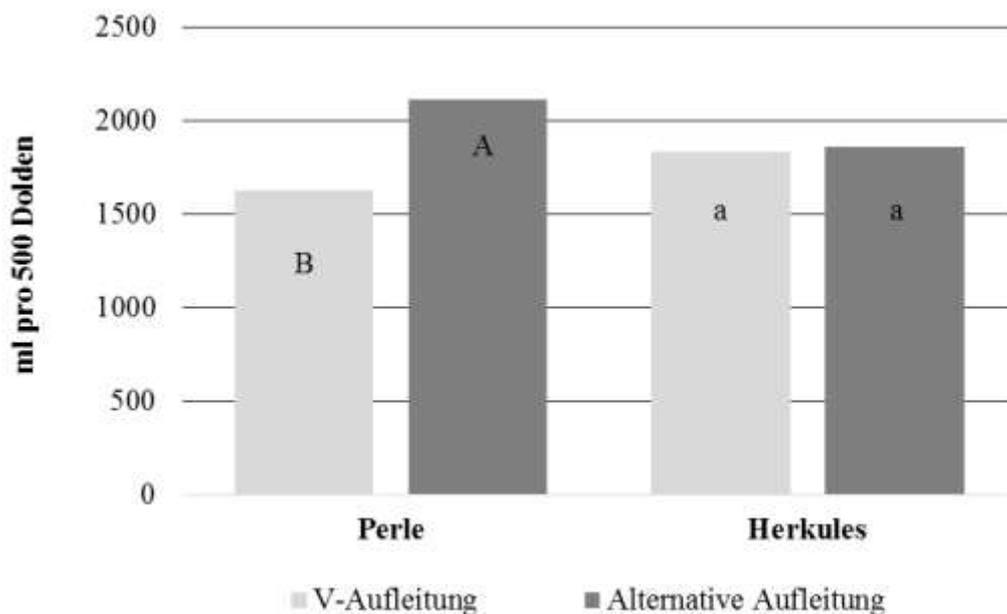


Abb. 5.19: Doldenvolumen pro 500 Stück beider Sorten in Abhängigkeit vom Aufleitsystem

Beim Alphasäuregehalt lagen in beiden Sorten die Werte im herkömmlichen System mit V-Aufleitung tendenziell niedriger als in der alternativen Variante. Eine Begründung hierfür ist nicht eindeutig ersichtlich. Vermutlich spielt ein gewisser Verdünnungseffekt bei einem höheren Ertragsniveau eine Rolle.

Ausblick

Alternative Aufleitsysteme zum herkömmlichen Hochgerüst mit V-Aufleitung sind nur dann erfolgversprechend, wenn eine Kosteneinsparung möglich ist oder arbeitswirtschaftliche Vorteile vorhanden sind. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass die Vorteile nicht durch Ertragsinbußen oder geringere Markterlöse zunichte gemacht werden.

Beides war in diesem Versuch noch nicht zu realisieren. Eine Kosteneinsparung wäre künftig nur denkbar, wenn das Aufleitmaterial günstiger als der Eisendraht oder leichter anzubringen ist. Auch ein permanent auf dem Feld verbleibendes Aufleitnetz ähnlich dem der Niedriggerüstanlage wäre denkbar. Eine laubwandähnliche Hopfenkultur mit zusammengewachsenen Reben würde uns aber vor ganz neue technische Herausforderungen z. B. beim Pflanzenschutz und bei der Ernte stellen. Lösungen hierfür sind derzeit nur schwer vorstellbar.

Aus Sicht der Arbeitswirtschaft wäre die Selbstanleitung der Hopfentriebe an die Aufleithilfe ein großer Fortschritt und könnte ein Viertel der notwendigen Arbeitszeit im Hopfen einsparen. Wie der Versuch gezeigt hat, kann dies aber nur funktionieren, wenn der Trieb lediglich eine kurze Distanz überwinden muss, bis er das Aufleitmaterial erklimmen kann. Aber selbst bei Gelingen der Selbstanleitung durch das Heruntersetzen des Aufleitmaterials analog dem System der Niedriggerüstanlagen würden sich weitere Probleme ergeben.

Durch den tiefer gesetzten Spanndraht bedürfte es beispielsweise neuer Geräte für das Schneiden und Kreiseln, die auch unter dem tiefer gesetzten Spanndraht arbeiten können. Bei Verzicht auf Schneiden und Kreiseln wären phytosanitäre Probleme und eine mittelfristige Schwächung des Stockes zu erwarten.

Sollten aber selbst all diese Problematiken und Umstellungskosten außer Acht gelassen werden, sind die in diesem Versuch ermittelten Mindererträge des alternativen Aufleitsystems wirtschaftlich gesehen nicht tragbar. Somit kann dem in diesem Versuch getesteten System an sich unter den in diesem Jahr erzielten Erträgen und den gebotenen Voraussetzungen kaum eine Chance zur Etablierung zugerechnet werden.

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

Projektbearbeitung: J. Münsterer, Dr. K. Kammhuber, A. Lutz

Laufzeit: 2014 – 2016

Ziel

Brauversuche und Bierverkostungen bestätigen die einzigartigen Aromen und Geschmacksnoten der Hüller „Special Flavor-Hopfsorten“. Deshalb ist das oberste Ziel bei der Produktion von Flavor-Hopfen, die optimale sortentypische Aromausprägung zu erreichen. Da der Erntezeitpunkt einen großen Einfluss auf die quantitative und qualitative Aromausprägung einer Sorte hat, wurden bei den o.g. Sorten Erntezeitversuche durchgeführt. Dabei wurde erforscht, zu welchem Zeitpunkt das Optimum der einzelnen Merkmale wie Ertrag, Aroma sowie äußere und innere Qualitätskriterien erreicht ist.

Methode

Bei den Erntezeitversuchen bei den Flavor-Sorten Mandarina Bavaria, Hallertau Blanc und Polaris wurden aus Praxisgärten zweimal wöchentlich 20 Reben in 4-facher Wiederholung zu 5 Ernteterminen (T1 - T5) entnommen und in Hüll beerntet. Der mittlere Erntetermin T3 entsprach dem empfohlenen Beginn der Erntereife des jeweiligen Jahres. Somit war jeweils der erste Erntetermin T1 eine Woche früher und der letzte Erntetermin T5 eine Woche später gegenüber der Ernteempfehlung. Die Anordnung der randomisierten Parzellen wurde in den 3 Erntejahren nicht verändert. Dadurch sollte aufgezeigt werden, wie sich eine stets zu frühe Ernte auf Ertrag und Qualität auswirken.

Ergebnis

Zu den festgesetzten Ernteterminen wurden für jede Wiederholung die Parzellenerträge ermittelt. Im ersten Versuchsjahr 2014 konnten keine Ertragsunterschiede zwischen den früh und spät geernteten Hopfen festgestellt werden. Im zweiten und vor allem im dritten Versuchsjahr waren bereits während der Vegetation bei Bonituren die früh geernteten Parzellen optisch erkennbar. Die Reben in diesen Parzellen waren schlechter entwickelt bzw. zeigten einen deutlich schwächeren Habitus. Bei der Sorte Mandarina Bavaria wurde im Jahr 2015 wegen Hagelschaden keine Ertragsermittlung durchgeführt. Trotzdem konnte man bereits vor der Ernte 2016 die Parzellen des ersten Erntetermins T1 durch die frühe Ernte im Jahr 2014 anhand einer schwächeren Entwicklung der Reben erkennen.

In der nachfolgenden Abbildung sind die Erträge im dritten Versuchsjahr 2016 dargestellt. Bis zum Erntezeitpunkt werden noch Reservestoffe in den Wurzelstock eingelagert. Je später die Ernte, desto länger ist diese Einlagerung und desto vitaler und ertragsstabiler bleiben die Bestände. Die frühen Erntetermine führten bei allen Sorten zu deutlichen Ertragseinbußen in den Folgejahren!

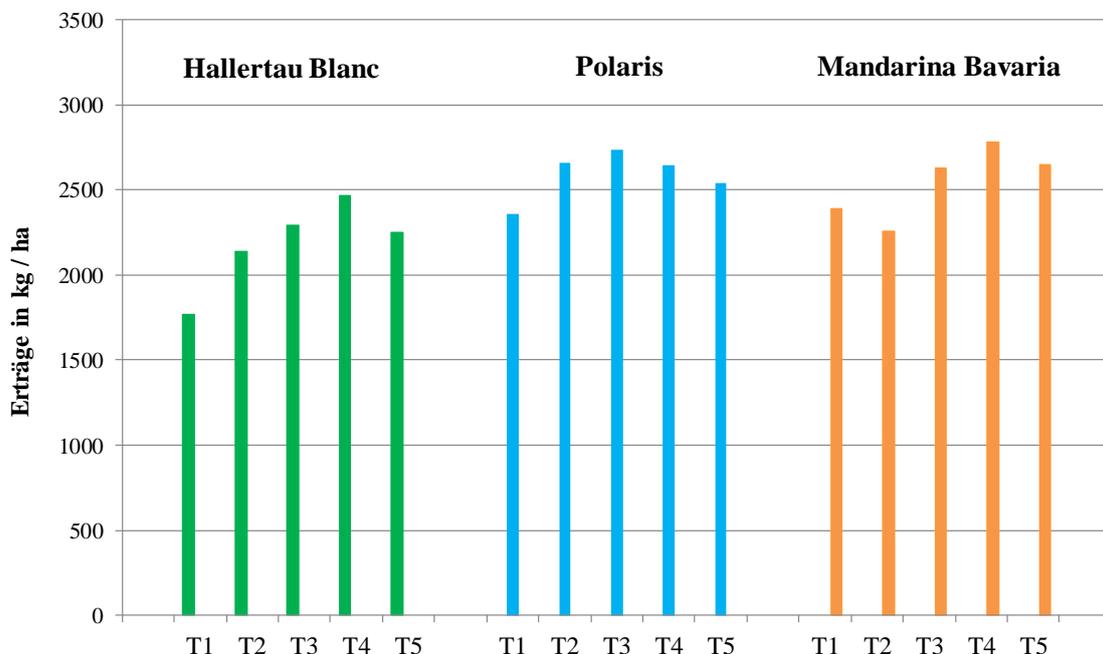


Abb. 5.20: Erträge der Sorten Hallertau Blanc, Polaris und Mandarin Bavaria im 3. Versuchsjahr in Abhängigkeit vom Erntezeitpunkt

Da bei den Flavor-Sorten vor allem der Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Aromastoffe interessiert, wurden bei allen Hopfenmustern der Gesamtölgehalt und die Ölzusammensetzung im Labor analysiert. Die nächste Abbildung zeigt den Gesamtölgehalt bei den Sorten Hallertau Blanc, Polaris und Mandarin Bavaria in den Versuchsjahren. Dabei wird ersichtlich, wie der Gesamtölgehalt mit zunehmender Reife ansteigt.

Auch jahgangsbedingte Unterschiede in der Höhe des Ölgehalts sind deutlich zu erkennen. Aber auch die Ölzusammensetzung änderte sich in Abhängigkeit vom Erntetermin. Der Myrcenengehalt stieg z. B. viel stärker an als andere Ölkomponenten. Der Erntezeitpunkt hatte auf den Ölgehalt und die Ölzusammensetzung einen viel größeren Einfluss als auf die Alphasäuren.

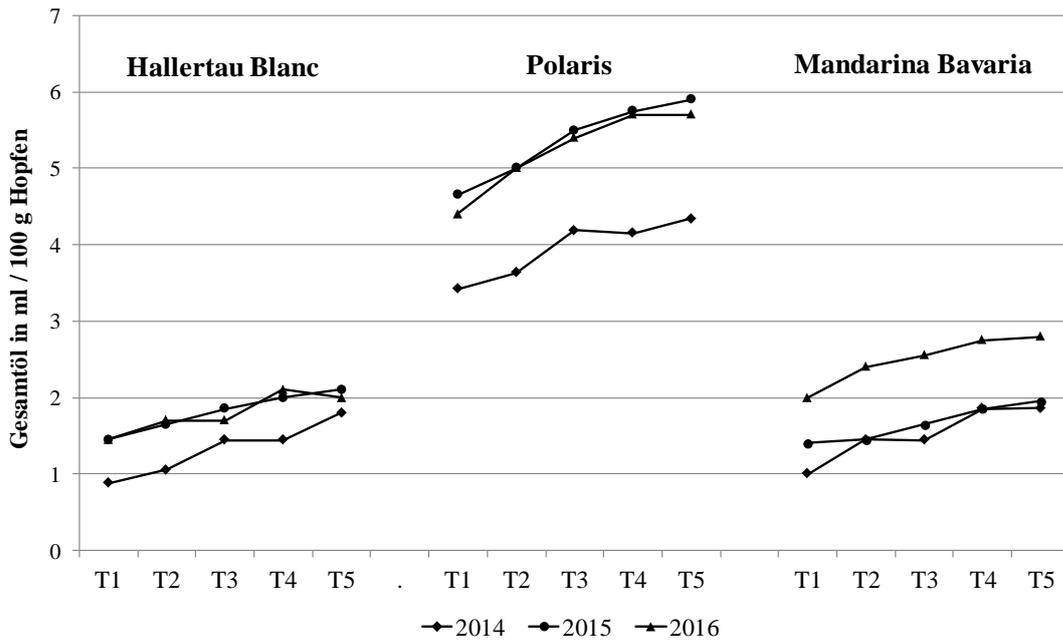


Abb. 5.21: Gesamtölgehalt der Sorten Hallertau Blanc, Polaris und Mandarina Bavaria in den 3 Versuchsjahren in Abhängigkeit vom Erntezeitpunkt

Tab. 5.4: Bonitur der Parzellenmuster von Hallertau Blanc (HC), Polaris (PA) und Mandarina Bavaria (MB) auf Farbe und Glanz sowie Aromabeurteilung im Jahr 2016.

HC	Äußere Qualität	Aroma
Erntetermine	Farbe u. Glanz (1-15)	Aromapunkte (1-30)
T1 = 05.09.	13	25
T2 = 08.09.	14	26
T3 = 12.09.	12	27
T4 = 15.09.	12	26
T5 = 19.09.	11	24

PA	Äußere Qualität	Aroma
Erntetermine	Farbe u. Glanz (1-15)	Aromapunkte (1-30)
T1 = 05.09.	12	24
T2 = 08.09.	9	25
T3 = 12.09.	8	24
T4 = 15.09.	8	23
T5 = 19.09.	7	21

MB	Äußere Qualität	Aroma
Erntetermine	Farbe u. Glanz (1-15)	Aromapunkte (1-30)
T1 = 12.09.	11	24
T2 = 17.09.	13	25
T3 = 19.09.	14	25
T4 = 24.09.	13	27
T5 = 26.09.	12	26

Aus den Bonitureergebnissen auf äußere Qualität und Aroma ist ersichtlich, dass das Optimum der äußeren Qualität zeitlich stets vor dem Erreichen der besten Aromausprägung lag. Bei den später geernteten Hopfen wurde das sortentypische Aroma durch zunehmend zwiebelige und knoblauchartige Aromenoten beeinträchtigt, was auf den Anstieg von Schwefelverbindungen zurückzuführen ist. Besonders deutlich wurde dies bei der Sorte Polaris, welche grundsätzlich einen höheren Anteil an Schwefelverbindungen aufweist.

Folgerung für die Praxis

Der Erntezeitpunkt hat einen großen Einfluss auf den Ertrag und die sortentypischen Aroma- und Geschmacksnoten der Flavor-Sorten. Im Hinblick auf eine Ertragsoptimierung und Erhaltung der Vitalität und Stockgesundheit wären zwar späte Erntetermine zu bevorzugen. Insbesondere bei der Sorte Polaris aber auch bei Hallertau Blanc verschlechtern sich die äußere Qualität und das Aroma mit zunehmender Reife deutlich, so dass bei diesen Sorten zu späte Erntetermine vermieden werden sollten. Wegen der hohen Qualitätsansprüche müssen gerade bei den Flavor-Hopfensorten die Brauerwünsche beachtet und der Erntetermin mit den Vertragspartner abgesprochen werden, damit dieses Sortenspektrum auch in Deutschland nachhaltig wächst und uns die neuen Flavor-Sorten möglichst lange erhalten bleiben!

5.6 LfL-Projekte im Rahmen der Produktions- und Qualitätsinitiative

Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft lässt im Zeitraum 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 Hopfenprojekte kurz beschrieben und die Ergebnisse für 2016 zusammengefasst.

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

TS- und Alphasäurenmonitoring

In der Zeit vom 16.08. - 27.09.2016 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 ablesen.

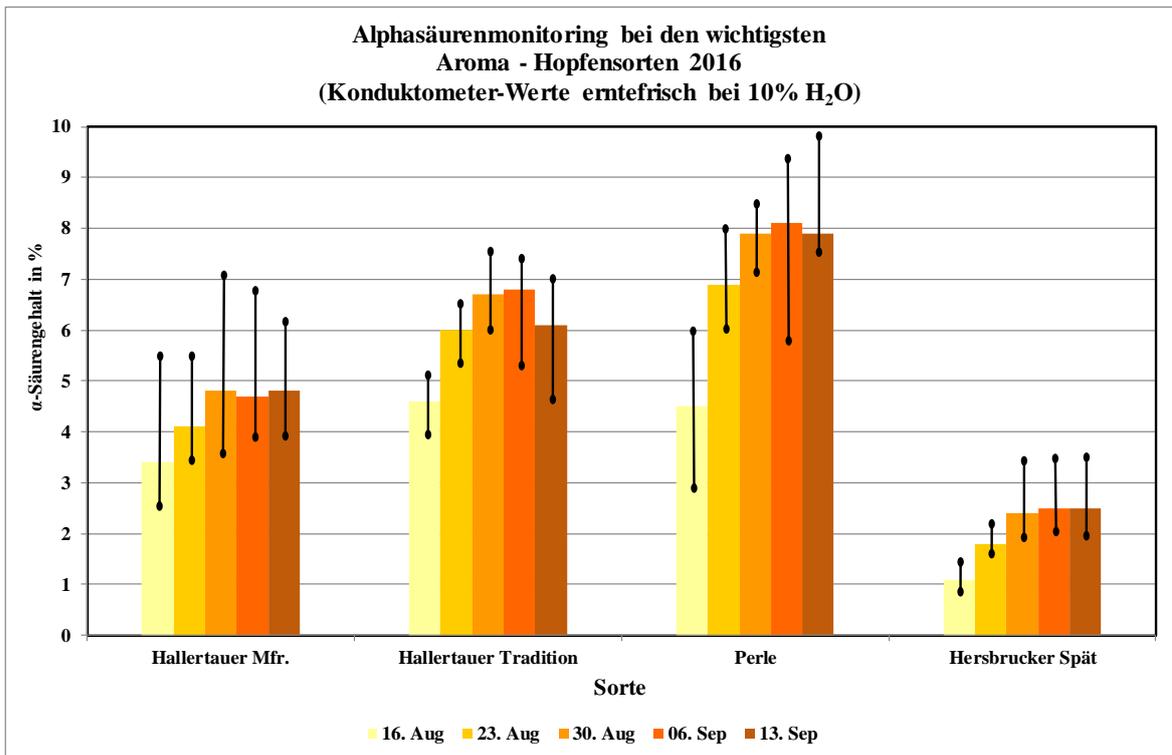


Abb. 5.22: Monitoring zur Entwicklung der Alphasäuregehalte 2016 bei den wichtigsten Aromasorten

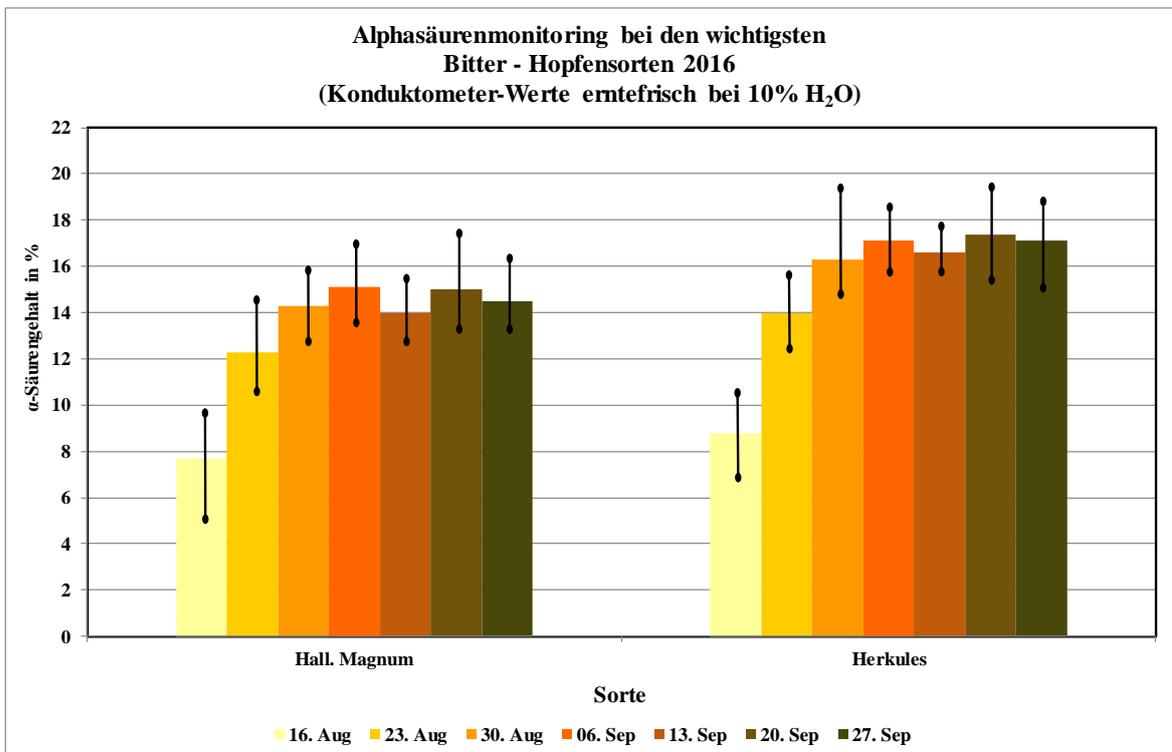


Abb. 5.23: Monitoring zur Entwicklung der Alphasäuregehalte 2016 bei den Hochalphasorten

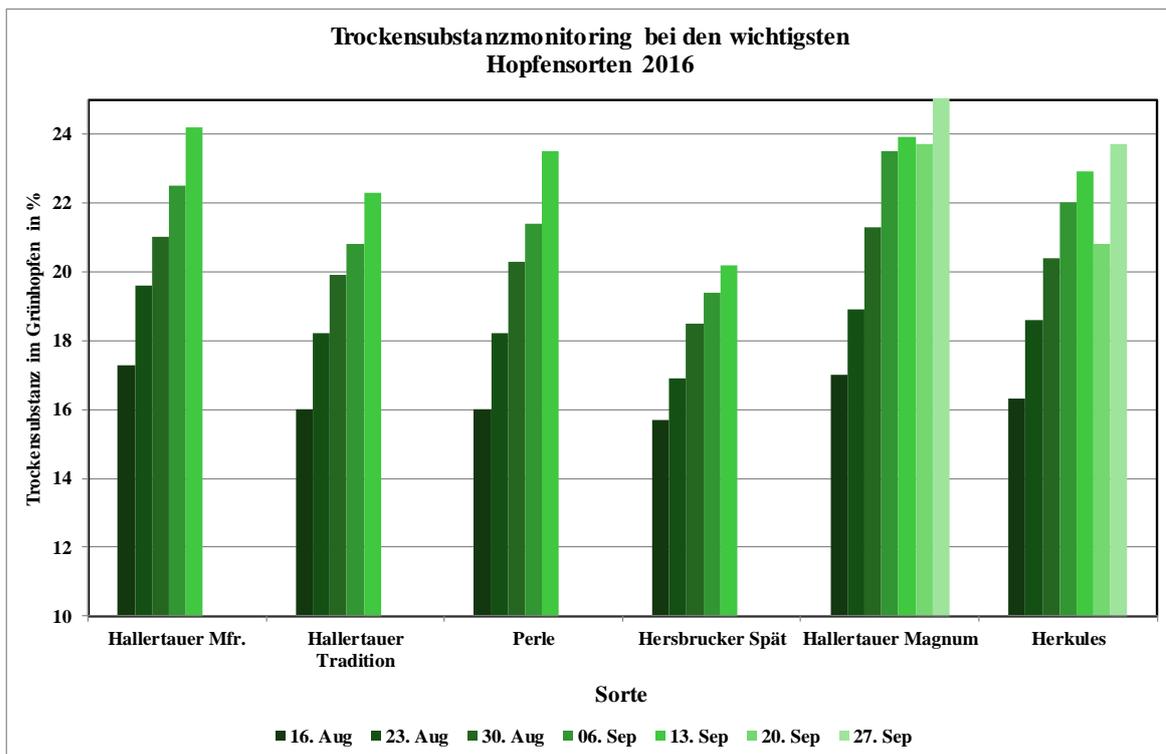


Abb. 5.24: Monitoring zur Entwicklung der Trockensubstanzgehalte 2016 der wichtigsten Hopfensorten

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 2016 von den 600 erwarteten Datensätzen nur 110 geliefert wurden, war eine Schichtung und Auswertung auch dieses Jahr nicht möglich.

5.6.2 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 6. Juni bis 8. August 2016 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.

5.6.3 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, Betriebslabors und privaten Laboren je nach verfügbarer Untersuchungskapazität ermittelt. Die Vorgehensweise (Probenentnahme, 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 Alphasäurenanalytik 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 insg. 60 zufällig ausgewählten Hopfenpartien an 9-10 Terminen in der Hallertau durchzuführen und dem Labor der LfL in Hüll bereitzustellen.

5.7 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:

5.7.1 Informationen in schriftlicher Form

- Das „Grüne Heft“ Hopfen 2016 – Anbau, Sorten, Düngung, Pflanzenschutz, Ernte wurde gemeinsam mit der Arbeitsgruppe Pflanzenschutz in Abstimmung mit den Beratungsstellen der Bundesländer Baden-Württemberg und Thüringen aktualisiert und in einer Auflage von 2 350 Stück von der LfL an die ÄELF und Forschungseinrichtungen und vom Hopfenring Hallertau an die Hopfenpflanzer verteilt.
- Über das Ringfax des Hopfenrings (2016: 50 Faxe in der Hallertau + 3 für Spalt und 1 zusätzliches Fax für Hersbruck mit 1 023 Abonnenten) wurden in 30 Faxen aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstaufrufe an die Hopfenpflanzer verschickt.
- Im Rahmen der Nmin-Bodenuntersuchung wurden 2 797 Ergebnisse auf Plausibilität kontrolliert und zum Versand an die Hopfenpflanzer freigegeben.
- In 2 ER-Rundschreiben des Hopfenrings und in 8 Monatsausgaben der Hopfen Rundschau wurden Beratungshinweise und Fachbeiträge für die Hopfenpflanzer veröffentlicht.

5.7.2 Internet und Intranet

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

5.7.3 Telefonberatung, Ansagedienste

- Der Peronospora-Warndienst wurde in der Zeit vom 10.05. - 05.09.2016 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 81 Mal aktualisiert.
- Zu Spezialfragen des Hopfenbaus erteilten die Fachberater der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik in ca. 1 700 Fällen telefonische Auskunft oder führten Beratungen in Einzelgesprächen oder vor Ort durch.

5.7.4 Vorträge, Tagungen, Führungen, Schulungen und Versammlungen

- wöchentlicher Erfahrungsaustausch während der Vegetationszeit mit den Ringfachberatern
- 9 Hopfenbauversammlungen in Zusammenarbeit mit den ÄELF
- 20 Fachvorträge
- 3 Versuchsführungen für die Hopfenpflanzer und die Hopfenwirtschaft
- 5 Tagungen, Fachveranstaltungen oder Seminare

5.7.5 Aus- und Fortbildung

- Themenstellung von 7 und Prüfung von 5 Arbeitsprojekten im Rahmen der Meisterprüfung
- 11 Unterrichtsstunden an der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen für die Studierenden im Fach Hopfenbau
- 1 Schultag des Sommersemesters der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen
- 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

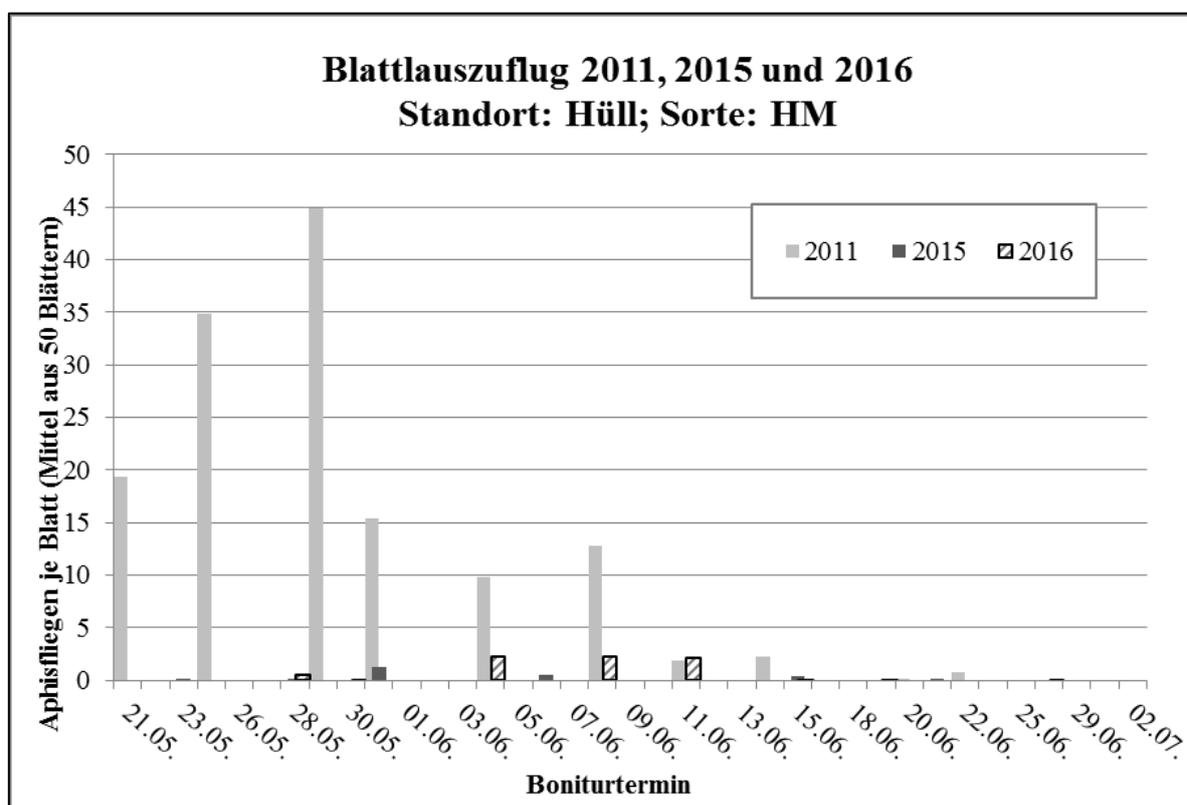


Abb. 6.1: Blattlauszuflug 2016 am Standort Hüll

Tab. 6.1: Monitoring des Aphisfliegen-Zufluges und des Blattlaus-Befalles an 30 Standorten in den Bayerischen Anbaugebieten

Datum	Aphisfliegen-Zuflug	Blattläuse pro Blatt		
	Ø	Ø	min	max.
06.06.	0,89	3,90	0,00	31,00
13.06.	0,30	2,70	0,00	38,00
20.06.	0,05	2,08	0,02	14,50
27.06.	0,01	2,80	0,00	39,00
04.07.	0,00	2,75	0,00	39,10
11.07.	-	1,30	0,00	24,00
18.07.	-	0,70	0,00	12,00
25.07.	-	0,20	0,00	4,20
01.08.	-	0,10	0,00	1,40
08.08.	-	0,09	0,00	1,94
	Hauptbehandlungstermine 07.07. – 10.07. und 19.07. – 30.07., 5 Standorte ohne Behandlung			

Der Zuflug der Hopfenblattlaus setzte Ende Mai ein und war zwar verglichen mit dem Vorjahr leicht erhöht, generell aber noch immer auf moderat niedrigem Niveau. Der Befall selbst war verglichen mit den vier zurückliegenden Jahren aber stärker und verbreiteter. So waren in den im Rahmen des Schädlingsmonitorings beobachteten 30 Gärten nur 21 Bestände zum Ende des Kontrollzeitraums ohne Befall. In 24 Gärten wurde eine Blattlausbehandlung gesetzt, in einem wurde zweimal gespritzt. Im Vergleich dazu konnte in den Jahren 2013 bis 2015 in 70 -80% der Monitoringgärten auf eine Blattlausbehandlung verzichtet werden.

6.1.2 Gemeine Spinnmilbe

Tab. 6.2: Monitoring des Befalles der Gemeinen Spinnmilbe (Eier, Adulte und Index) an 30 Standorten in den Bayerischen Anbaugebieten

Datum	Eier	Spinnen	Spinnmilbenindex pro Blatt		
	Ø	Ø	Ø	min.	max.
06.06.	0,43	0,28	0,07	0,00	0,40
13.06.	0,56	0,63	0,17	0,00	0,70
20.06.	1,15	1,23	0,23	0,00	1,00
27.06.	0,92	0,88	0,20	0,00	0,80
04.07.	1,76	1,17	0,21	0,00	0,75
11.07.	0,63	1,16	0,18	0,00	0,65
18.07.	0,56	1,37	0,14	0,00	0,85
25.07.	0,13	0,40	0,07	0,00	0,40
01.08.	0,12	0,19	0,05	0,00	0,20
08.08.	0,18	0,24	0,05	0,00	0,30
	Hauptbehandlungstermine 21.06. – 23.06. und 06.07 - 12.07. Keine Standorte ohne Behandlung				

Die Gemeine Spinnmilbe trat unter den Bedingungen des Jahres 2016 früher auf und der Befall war im Vergleich zum Vorjahr stärker und verbreiteter. Schon zum ersten Boniturtermin am 06. Juni war die Milbe in elf der dreißig Bestände des Schädlingsmonitorings anzutreffen. In den nächsten zwei Wochen breitete sich der Befall auf zwei Drittel der kontrollierten Flächen aus. In der letzten Juniwoche wurde in elf Gärten eine Behandlung gesetzt. Bis Ende Juli waren aber alle Monitoringflächen mindesten einmal behandelt. Auf zehn Flächen wurde zweimal gegen die Gemeine Spinnmilbe gespritzt, drei Bekämpfungsmaßnahmen wurden in einem Fall durchgeführt.

6.1.3 Peronospora

Bei Peronospora herrschte ab Mitte Mai ein sehr hoher Infektionsdruck. Die im Rahmen des Peronospora Warndienstes ermittelten Zoosporangienzahlen lagen über weite Strecken der Saison oberhalb der Behandlungsschwelle für anfällige Sorten und zeitweise auch über der Schwelle für tolerante Sorten. Besonders massiver Infektionsdruck war in der zweiten Maihälfte und der ersten Junihälfte zu verzeichnen. Bei fast täglichen Niederschlägen, hoher Luftfeuchte und mäßig warmen Temperaturen hatte der Pilz ideale Wachstums- und Infektionsbedingungen. In diesem Zeitraum kam es auch noch zu einem späten Ausbruch von Primärinfektion an Seitentrieben. Nach einer leichten Entspannung der Situation Ende Juni/Anfang Juli stieg der Infektionsdruck nach einer Dauerregenphase um den 12. Juli wieder an und blieb über die Saison im hohen Bereich. Die Zahl der Warndienst-Spritzaufrufe summierte sich folgerichtig auf sechs Behandlungen in allen Sorten und acht Behandlungen in anfälligen und späten Sorten.

Tab. 6.3: Warndienst zu *Peronospora* und Echten Mehltau 2016

Fax-Nr.	Datum	Hinweis Pero-Primär	Spritzaufruf			Echter Mehltau
			anfällige Sorten	alle Sorten	späte Sorten	
13	07.04.	xx				
16	10.05.	xx				
19	27.05.	x		x		anfällige
20	06.06.	x		x		anfällige
25	17.06.			x		anfällige
28	06.07.					anfällige
31	18.07.					anfällige
32	20.07.			x		anfällige
34	29.07.			x		
35	08.08.		x		x	
37	17.08			x		anfällige
39	30.08.		x		x	anfällige & späte
Anzahl Spritzaufrufe			2	6	2	8

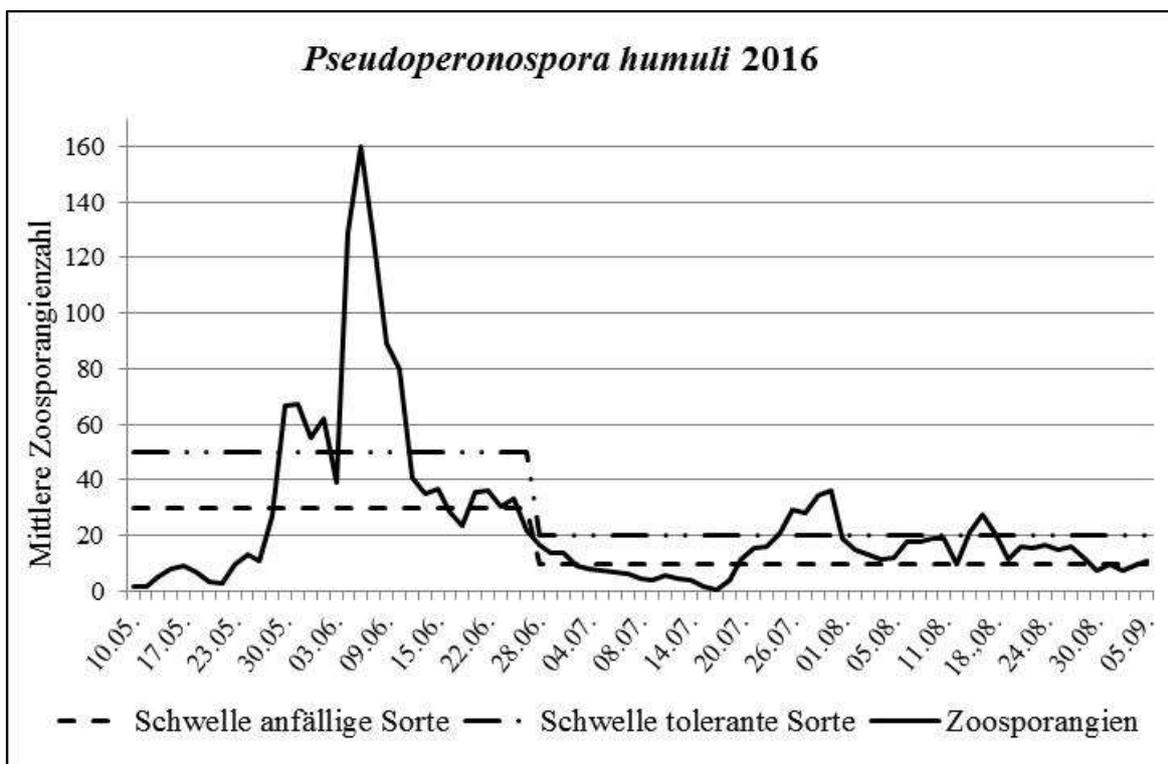


Abb. 6.2: *Peronospora* Warndienst 2016 – Durchschnittlicher Zoosporangienflug von 5 Standorten in der Hallertau

6.2 Implementierung von zwei Prognosemodellen zur Bekämpfung des Echten Mehltaus in Hopfen in ISIP und Vergleich der Prognoseergebnisse in den Jahren 2014 bis 2016

Am Hopfenforschungszentrum Hüll wurden in den Jahren 2003 bis 2009 zwei witterungsgestützte Prognosemodelle für die Infektion von Echem Mehltau in Hopfen erarbeitet. Das Ziel war die Darstellung des Befallverlaufes anhand von Witterungsparametern und daraus Empfehlungen für Behandlungstermine abzuleiten. Das vorläufige, nach empirischen Daten von B. Engelhard entwickelte, und das witterungsgestützte, nach wissenschaftlichen Daten von S. Schlagenhauser entwickelte, Prognosemodell wurden in die Plattform für Entscheidungshilfen im Pflanzenbau von ISIP (Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion e.V.) implementiert. Die ISIP Plattform ermöglicht eine schlaggenaue Vorhersage auf Grundlage eines Ein-Quadratkilometer-Rasters. Hierzu werden mithilfe der Daten benachbarter Wetterstationen und Regenradardaten die Witterungsparameter für den Standort extrapoliert.

Das Ziel beider Modelle ist eine tagesgenaue Prognose des Mehltau-Infektionsrisikos, um den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu optimieren. Dabei ist die Erkennung günstiger Infektionsbedingungen von großer Bedeutung, um eine Erstinfektion zu verhindern oder Verbreitung und Neuinfektionen einzudämmen. Kontrolle und Bonitur der Schläge geben über die Treffsicherheit der Modelle Auskunft.

Für beide Prognosemodelle werden mithilfe der ISIP-Plattform täglich Parameter berechnet, welche Informationen über das örtliche Befallsgeschehen mit Echem Mehltau geben. Im vorläufigen Modell nach Engelhard werden für den Halbttag „kritische Infektionsbedingungen“ definiert. Diese sind Niederschlagsmenge, Globalstrahlung, Temperatur und Temperaturdifferenz. Sind diese Infektionsbedingungen an fünf aufeinanderfolgenden Halbttagen gegeben, folgt ein Spritzaufwurf für anfällige Sorten, nach sechs Halbttagen für alle Sorten.

Im Modell nach Schlagenhauser werden mittels eines Algorithmus aus einem 3-Tagesinfektionswert Befallsprognosen anhand der Befallsstärke bzw. der Inkubationszeit errechnet und den terminabhängigen Schwellenwerten gegenübergestellt. Die Schwellenwerte sind anfangs der Saison sehr niedrig und steigen ab dem 20. Mai bis zum 20. Juni kontinuierlich an. Die Höhe des Schwellenwertes ab 20. Juni richtet sich danach, ob der Bestand befallsfrei ist oder ob Mehltaubefall vorliegt. Die Auswertung gibt eine Vorwarnung sobald 75% des Schwellenwertes ausgeschöpft sind und eine weitere Bewarnung ab 110% des aktuellen Schwellenwertes.

Die Modelle wurden in den Jahren 2014 bis 2016 im Zeitraum von Mitte April bis Mitte September an 7 Standorten berechnet und verglichen. Entgegen dem Jahr 2015 herrschte in den Jahren 2014 und 2016 über die gesamte Saison hinweg ein hoher Befallsdruck durch Echten Mehltau. Durch den direkten Vergleich konnten Unterschiede in den Aussagen der beiden Prognosemodelle ermittelt werden und die Ursachen der divergierenden Sensitivität benannt werden.

Beispielhaft werden im Folgenden drei Situationen aus 2016 aufgezeigt:

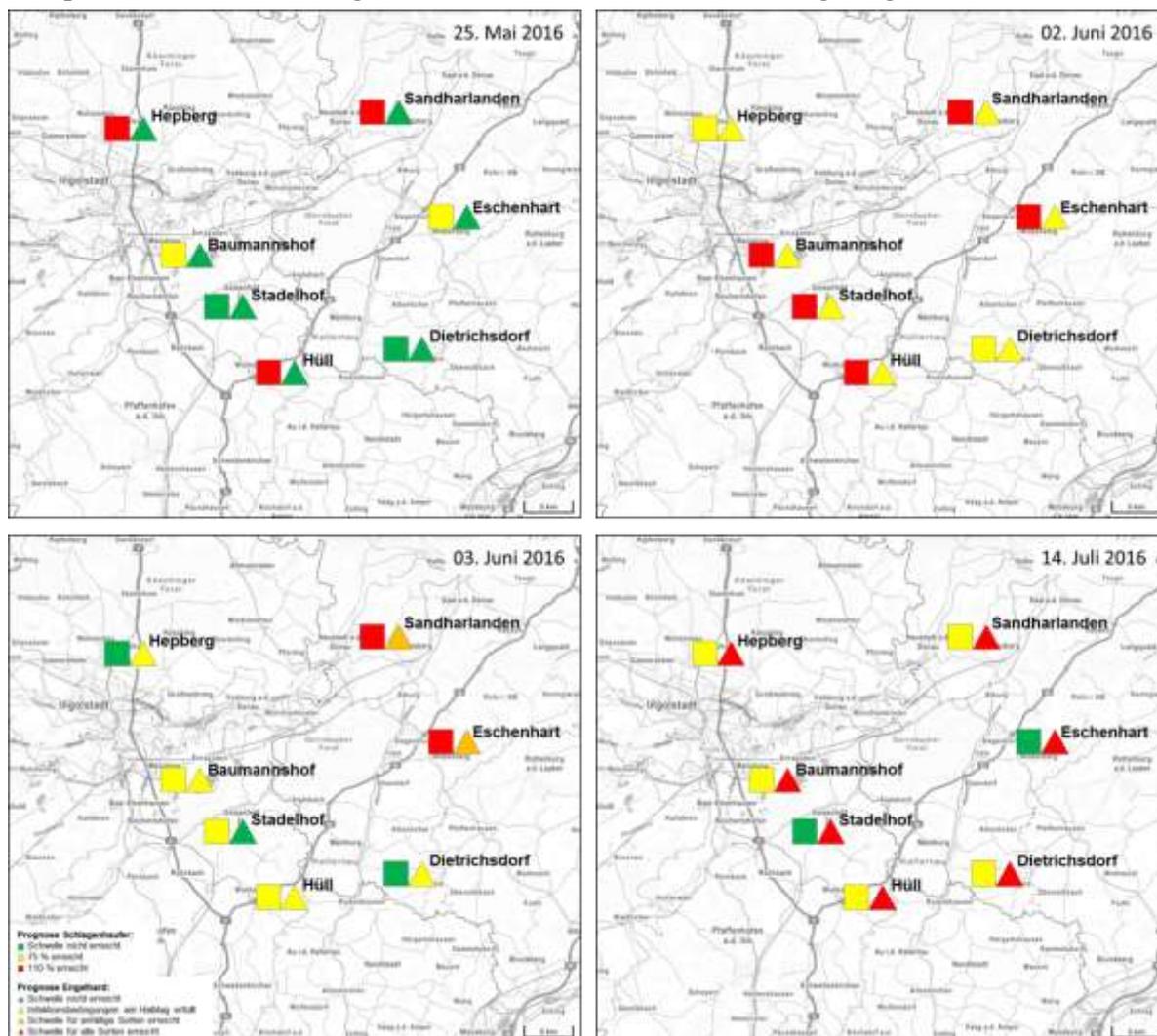


Abb. 6.3: Tagesauswertung beider Prognosemodelle in 3 verschiedenen Situationen: 25. Mai, 02./03. Juni, 14. Juli 2016

25.05.16: An drei Standorten löst das Modell Schlagenhauser (Viereck) eine Warnung aus. Das Modell Engelhard (Dreieck) spricht hingegen an keinem eine Warnung aus. Durch die geringe Schwelle zu Beginn der Saison ist das Modell Schlagenhauser sensibler. Kleinräumige klimatische Unterschiede sind zu erkennen.

02./03.06.16: Anfang Juni war die Wetterlage über mehrere Tage hinweg infektionsfördernd. Nach Modell Schlagenhauser wurden an fünf von sieben beobachteten Standorten die 110% der aktuellen Schwelle überschritten. Das Modell Engelhard löste nur an zwei Orten einen Warnaufruf für anfällige Sorten aus. Eine Erklärung für die fehlende Warnung bei Engelhard könnte im Aufsummieren von mehreren Halbtagen liegen. Wenn nach vier Halbtagen mit Infektionsbedingungen ein Fünfter (hier am 03. Juni) folgt, an dem die Kriterien nicht erfüllt werden, beginnt das System die kritischen Halbtage wieder ab Null zu zählen. Das Modell Engelhard scheint für diesen Ausnahmefall zu wenig sensitiv zu reagieren.

14.07.16: Extreme Niederschlagsmengen (70 mm binnen 2 Tagen) scheinen dem Prognosemodell von Schlagenhauser Probleme zu bereiten. An keinem Standort wurde eine Warnung ausgegeben – bei Engelhard hingegen wurde an allen sieben Standorten eine Bewarnung für alle Sorten ausgesprochen.

Die Vergleiche der Modelle sollen in den nächsten Jahren fortgesetzt werden bei gleichzeitiger Befallskontrolle in Praxisgärten zur Evaluierung der Modelle im Feld.

7 Ökologische Fragen des Hopfenbaus

Dr. Florian Weihrauch, Dipl.-Biol.

Die Aufgabe dieser am 01.08.2016 neu ins Leben gerufenen Arbeitsgruppe ist grundsätzlich Sammlung des Wissensstandes und angewandte Forschung zur umweltgerechten und ökologischen Hopfenproduktion. Dazu gehören Diagnose, Beobachtung und Monitoring des Auftretens tierischer Schädlinge des Hopfens und ihrer Gegenspieler mit Blick auf die fortschreitende Klimaänderung und die nachfolgende Veränderung der Biozöosen sowie Entwicklung und Evaluierung biologischer und anderer öko-tauglicher Pflanzenschutzverfahren. Die Arbeitsgruppe basiert vorwiegend auf der Einwerbung von Forschungsmitteln für ökologische Fragestellungen im Hopfenbau.

7.1 Spinnmilbenversuch Oberulrain 2016

Nach Abschluss des Forschungsvorhabens „Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen“ im Frühjahr 2016 (S. 18 f.) wurde im direkten Anschluss am Standort Oberulrain im Eigeninteresse der Versuch in 10 Parzellen (4 x Raubmilbeneinsatz, 4 x unbehandelte Kontrolle, 2 x praxisüblich behandelt; Gesamtgröße ca. 0,55 ha) fortgesetzt. Dieselbe Fläche war 2015 so stark von Spinnmilben befallen, dass eine Ernte wegen heftigen Kupferbrandes nicht mehr möglich war und die gesamte Versuchsfläche entschädigt werden musste. Ziel dieses Versuches war daher u.a. auch, zu beobachten, wie sich ein Spinnmilben-Totalschaden im Vorjahr auf den Schädlingsbefall im Folgejahr auswirkt.

Die Raubmilben in den vier entsprechenden Parzellen wurden am 12. Mai über Rebschnitt aus einem Weinberg bei Neustadt an der Weinstraße in dem Hopfengarten ausgebracht (314 einjährige Bugruten in 4 Parzellen, d.h. 2/3 der Stöcke wurden belegt). Ab Anfang Juli wurde die Entwicklung der Spinnmilbenpopulation in allen Versuchspartellen bis zur Ernte Anfang September bonitiert (Abb. 7.1). Raubmilben und deren Eier wurden bei den Bonituren ebenfalls mit erfasst. Am 12.09. erfolgte zudem eine Versuchsernte in den Versuchspartellen.

Die Ergebnisse belegen eindrücklich, dass ein starker Spinnmilbenschaden im Vorjahr nicht zwangsläufig im nächsten Jahr zu noch größeren Problemen führt, wie aus der Praxis häufig zu hören ist – eher ist das Gegenteil der Fall. In diesem Versuch kam es Anfang August zu einem völligen Zusammenbruch der Spinnmilbenpopulationen in allen Parzellen. ob unbehandelt, mit Raubmilbeneinsatz oder zwei Mal mit Akarizid behandelt. Die bereits recht hohen Spinnmilbenzahlen in den ungespritzten Versuchspartellen (durchschnittlich 50 Tiere und mehr pro Blatt) während des Julis führten zwar in drei von vier Parzellen zu geringen Ertragseinbußen von etwa 3,5 dt/ha, aber die Erträge waren mit mindestens 24 dt/ha immer noch sehr gut und weder bei der Qualität (Alpha-Säuren) noch beim Doldenbefall waren Folgen dieses Frühsommerbefalls erkennbar (Abb. 7.2). Dieses Phänomen, das möglicherweise auf induzierter systemischer Resistenz (ISR) beruht, soll in den kommenden Jahren verstärkt weiter untersucht werden.

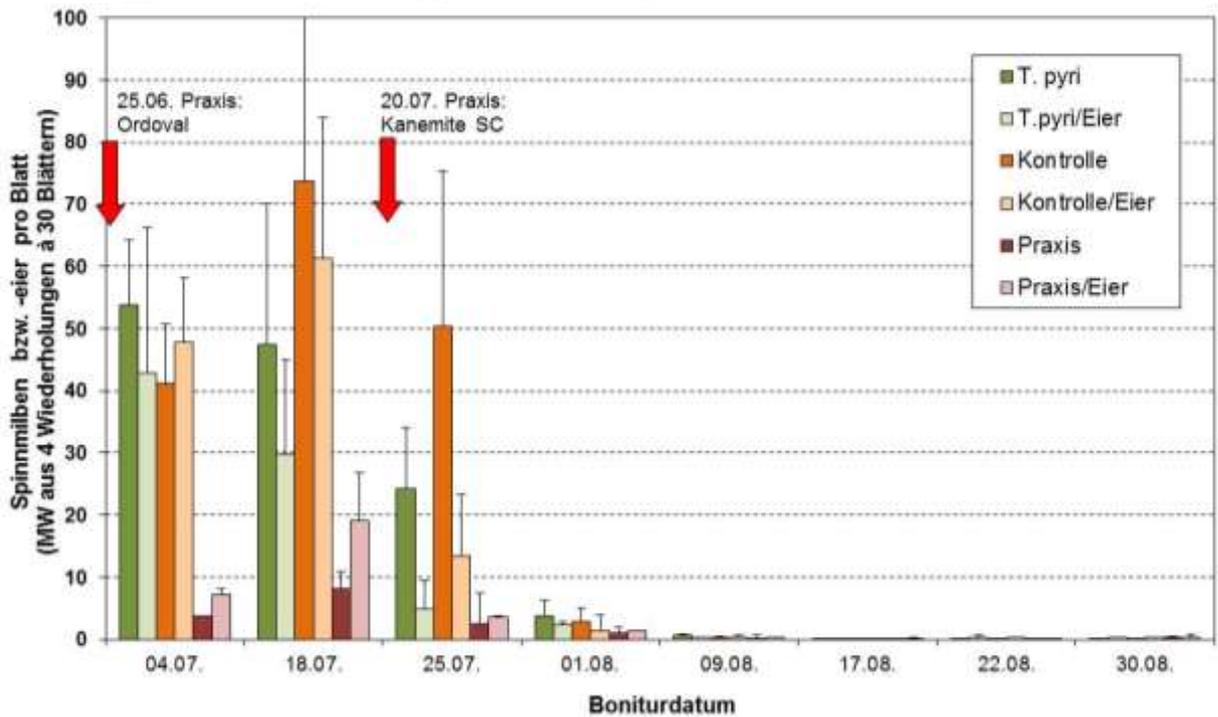


Abb. 7.1: Entwicklung der Spinnmilbenpopulation (Imagines und Eier getrennt bonitiert) in einzelnen Versuchspartellen in Oberulrain 2016. Die gesamte Fläche hatte im Vorjahr 2015 Totalschaden durch extremen Kupferbrand erlitten.

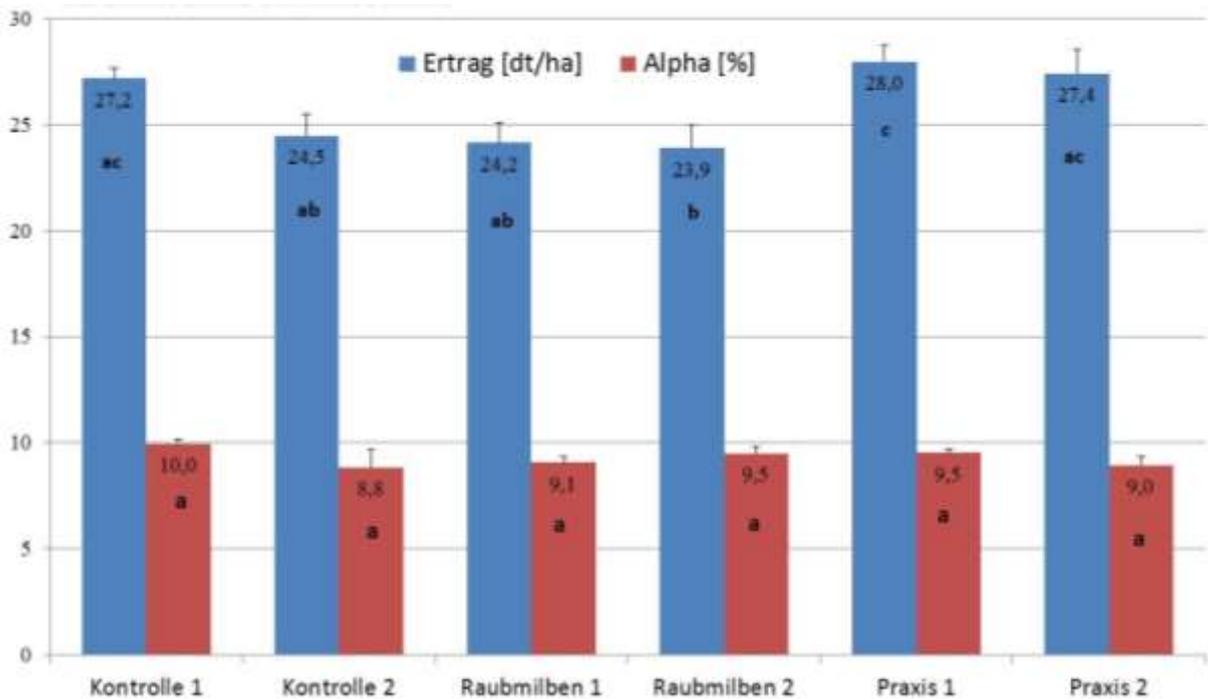


Abb. 7.2: Ergebnisse der Versuchsernte Oberulrain am 12.09.2016

8 Hopfenqualität und Analytik

ORR Dr. Klaus Kammhuber, Dipl.-Chemiker

8.1 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). Auch bei der Bezahlung des Hopfens bekommen die alpha-Säuren eine immer größere Bedeutung. Entweder wird direkt nach Gewicht alpha-Säuren (kg alpha-Säuren) bezahlt, oder es gibt in den Hopfenlieferungsverträgen Zusatzvereinbarungen für Zu- und Abschläge, wenn ein Neutralbereich über- oder unterschritten wird.

Hopfen wird im Allgemeinen als die Seele des Bieres bezeichnet und hat vielfältige Funktionen für das Bier (Abb. 8.1).



Abb. 8.1: Was bewirkt der Hopfen im Bier?

8.2 Die Craft Brewer Bewegung– eine neue Chance

In den USA ist als Gegenbewegung zur industriellen Bierherstellung eine neue Philosophie des Bierbrauens entstanden, die sogenannte Craft Brewer Szene. Dieser Trend ist nun zuerst über Belgien, Skandinavien und Italien auch nach Deutschland übergeschwappt. Die Craft Brewer wollen wieder geschmacksintensive und kunstvoll gebraute Biere herstellen. Dieser Trend hat eine starke Eigendynamik entwickelt und als positiven Nebeneffekt, dass wieder sehr viel mehr über Bier und Hopfen gesprochen wird. Die Craft Brewer wünschen Hopfen mit besonderen und teilweise hopfenuntypischen Aromen. Diese werden unter dem Begriff „Special Flavor-Hops“ zusammengefasst. Dadurch ist auch wieder eine viel differenziertere Wahrnehmung der unterschiedlichen Hopfensorten und Anbaugebiete entstanden.

Beim Craft Brewing wurde die Technik der Kalthopfung (dry hopping, Hopfenstopfen) wiederentdeckt, dieses Verfahren war schon im neunzehnten Jahrhundert bekannt und erlebt jetzt wieder eine Renaissance. Dabei wird zum fertigen Bier im Lagertank noch einmal Hopfen meistens auf Basis des Ölgehalts hinzugegeben. Der Alkoholgehalt wirkt als Lösungsvermittler und es werden vor allem polare Substanzen aus dem Hopfen herausgelöst. Alpha-Säuren gehen nur in geringem Umfang in Lösung, da sie nicht isomerisiert werden. Es sind vor allem niedermolekulare Ester und die Terpenalkohole, die ins Bier übergehen. Dies ist der Grund, warum kalt gehopfte Biere fruchtige und blumige Aromanoten bekommen. Aber auch unpolare Substanzen wie Myrcen werden in Spuren gelöst. Die Gruppe der Polyphenole ist ebenfalls polar und gut löslich. Ein begrenzender Faktor ist der Nitratgehalt. Hopfen hat im Durchschnitt 0,9 % Nitrat und dies geht vollständig ins Bier über. Der Grenzwert von 50 mg/l für Trinkwasser gilt jedoch nicht für Bier. Pflanzenschutzmittel sind im Allgemeinen eher unpolar und deswegen in Wasser nicht so gut löslich. Bei kalt gehopften Bieren ist gegenüber konventionellen Bieren keine Anreicherung bemerkbar.

Insgesamt bedeutet die Craft Brewer Bewegung jedoch eine enorme Chance für den Hopfenbau und wird die Hopfenwirtschaft grundlegend verändern. 20 % der Welthopfenproduktion werden für 2 % der Weltbierproduktion eingesetzt. In den USA hat sich die Hopfenfläche von 12.670 ha im Jahr 2010 auf 21672 ha im Jahr 2016 erhöht. Es wird sehr spannend werden, wie sich dies auch auf die deutschen Anbaugebiete auswirkt.

8.2.1 Die Aromastoffe gewinnen an Bedeutung

Essen und Trinken ist ein ganzheitlicher sinnlicher Genuss, bei dem Riechen, Schmecken, physikalische Reize und andere Eindrücke wie „das gewisse Etwas“ parallel im Gehirn verarbeitet werden (Abb. 8.2). Dem Riechen kommt jedoch die größte Bedeutung zu, da Geruchseindrücke direkt ins Unterbewusstsein gelangen und dort Emotionen auslösen können. Aber auch das „gewisse Etwas“, darunter versteht man soziale Komponenten, Ambiente, Stimmungen und Geselligkeit, darf nicht unterschätzt werden.

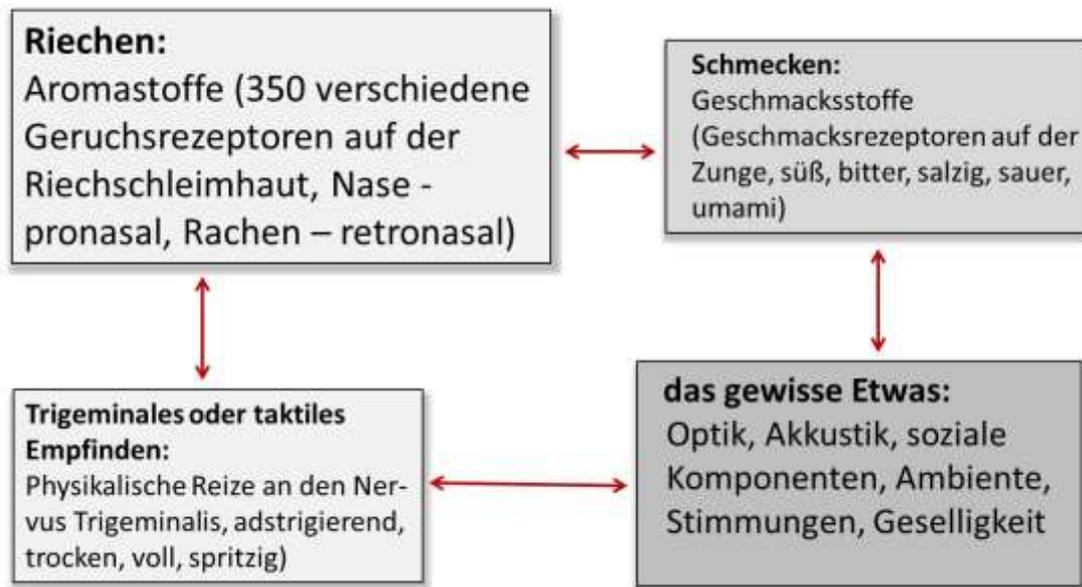


Abb. 8.2: Essen und Trinken ist ein ganzheitlicher sinnlicher Genuss

Mit der Craft Brewer Bewegung wurde der Fokus wieder mehr auf die Aromastoffe des Hopfens gerichtet, was auch eine analytische Herausforderung bedeutet. 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 niedermolekularen Ester und Schwefelverbindungen Bedeutung. Die Craft Brewers wünschen sich Hopfensorten mit „exotischen Aromen“ wie Mandarine, Melone, Mango oder Johannisbeere.

8.3 Optimierung der Inhaltsstoffe als Zuchtziel

8.3.1 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. 8.3).



Abb. 8.3: Verwendung von Hopfen

Die Anforderungen der Brauindustrie und der Hopfenwirtschaft bezüglich der Hopfeninhaltsstoffe ändern sich stetig. Es besteht jedoch ein Konsens darüber, 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. Ein niedriger Cohumulonanteil ist jedoch für eine höhere Schaumstabilität günstig.

8.3.2 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. AUDI war interessiert, ob die Gerbstoffe von Blättern geeignet sind, um Leder zu gerben. Die Versuche waren aber nicht sehr erfolgreich.

Bei den Dolden sind vor allem die antimikrobiellen Eigenschaften der Bitterstoffe für alternative Nutzungen geeignet. Die Bitterstoffe zeigen schon in katalytischen Mengen (0,001-0,1 Gew. %) antimikrobielle und konservierende Aktivitäten und zwar in der aufsteigenden Reihenfolge Iso- α -Säuren, α -Säuren und β -Säuren (Abb. 8.4).

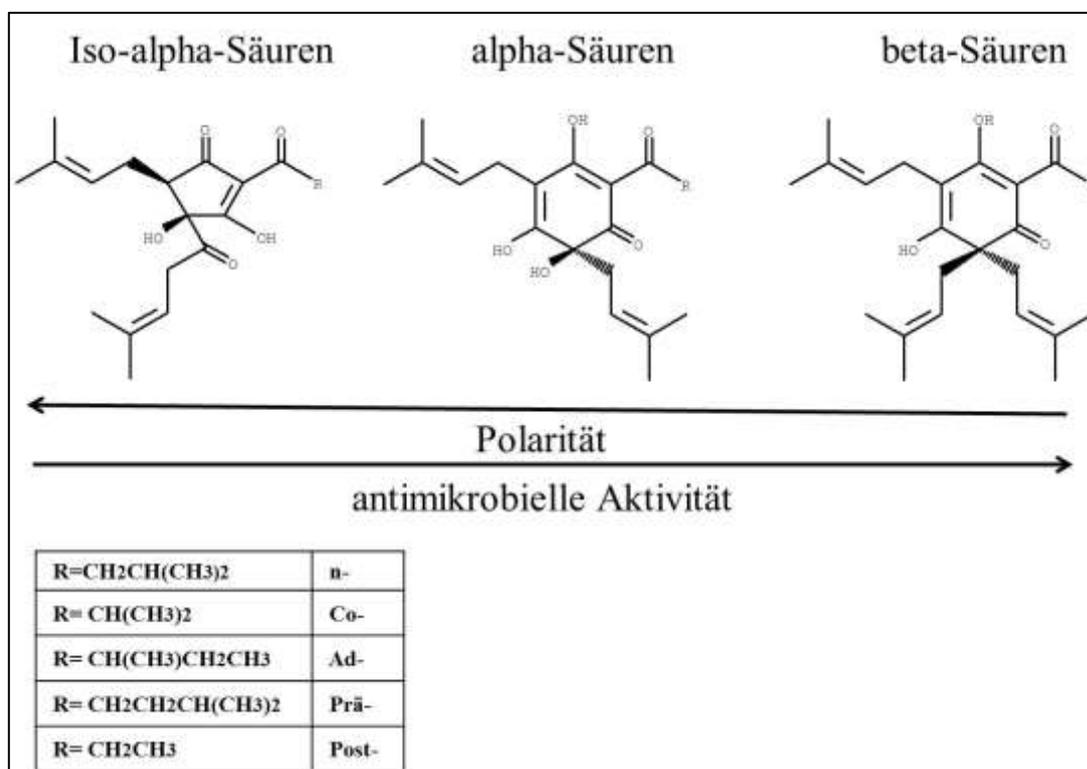


Abb. 8.4: Reihenfolge der antimikrobiellen Aktivität von Iso- α -Säuren, α -Säuren und β -Säuren

Je unpolarer das Molekül ist, desto höher ist die antimikrobielle Aktivität. Die Bitterstoffe 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 können sie den Tuberkuloseerreger das „*Mycobacterium tuberculosis*“ hemmen. 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. Polyphenole gelten im allgemeinen als sehr positiv für die Gesundheit, da sie antioxidativ sind und freie Radikale einfangen können. 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. Diese Substanzen haben entzündungshemmende Eigenschaften. Im Hopfen kommen auch prenylierte Flavonoide wie z.B. 8-Prenylnaringenin (eines der stärksten Phytoöstrogene) in Spuren vor. Deswegen hat der Hopfen eine leichte östrogene Aktivität.

Von allen Hopfenpolyphenolen erlangte jedoch das Xanthohumol die größte öffentliche Aufmerksamkeit und die wissenschaftlichen Arbeiten darüber sind geradezu explodiert. Inzwischen ist auch die gesundheitsfördernde Wirkung von Xanthohumol wissenschaftlich belegt (health claims), damit kann Xanthohumol auch für Anwendungen im Bereich Nahrungsergänzungsmittel und Functional Food vermarktet werden. Xanthohumol hilft beinahe gegen alles (Abb. 8.5), am interessantesten ist jedoch, dass Xanthohumol gegen Krebs wirkt.

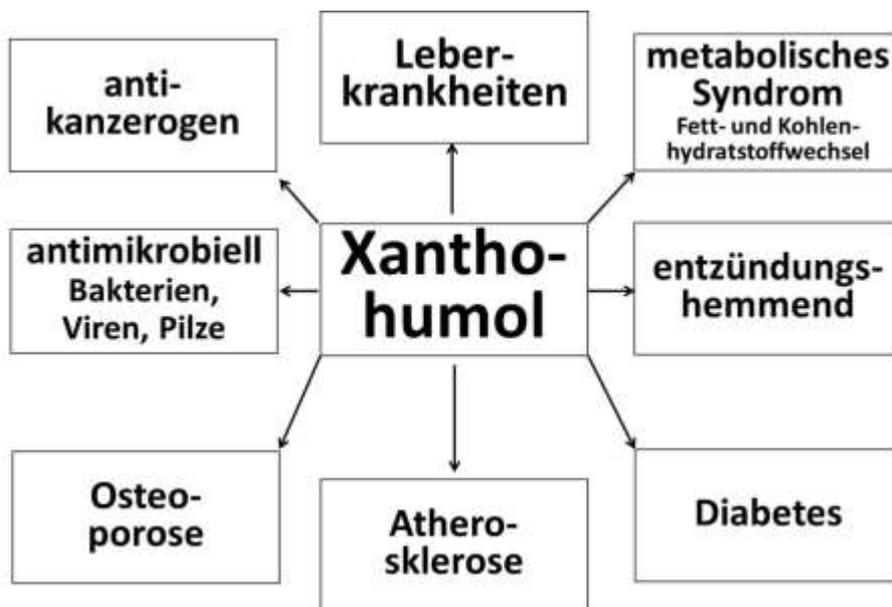


Abb. 8.5: Xanthohumol hilft gegen beinahe alles

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.

8.4 Welthopfensortiment (Ernte 2015)

Vom Welthopfensortiment werden jedes Jahr die ätherischen Öle mit Headspace- Gaschromatographie und die Bitterstoffe mit HPLC analysiert. Für die Ernte 2015 wurde erstmals das neue Gaschromatographie Massenspektrometersystem eingesetzt.

Tab. 8.1 zeigt die Ergebnisse des Erntejahres 2015. Sie kann als Hilfsmittel dienen, um unbekannte Hopfensorten einem bestimmten Sortentyp zuzuordnen.

Tab. 8.1: Welthopfensortiment (Ernte 2015)

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farneisen	γ -Muurolen	β -Selinen	α -Selinen	β,γ -Cadinen	Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/a	Cohumulon	Colupulon
Admiral	3157	789	1	183	98	0	22	430	8	17	3	5	38	0	1	12,5	3,9	0,31	45,6	67,3
Agnus	906	81	0	33	20	0	1	136	0	17	2	8	36	0	2	8,1	3,9	0,48	26,8	50,7
Ahil	4247	894	105	39	50	0	24	466	122	16	6	10	35	0	9	7,2	4,0	0,55	28,1	54,8
Alliance	1708	187	0	13	49	0	14	412	8	17	3	3	37	0	0	3,8	1,8	0,47	26,1	44,8
Alpharoma	3574	886	117	112	34	0	43	642	45	21	0	6	43	0	2	6,3	2,0	0,32	24,3	52,4
Apolon	4496	536	164	78	73	0	8	466	134	18	8	15	33	0	5	7,9	4,0	0,51	19,2	43,4
Aquila	3349	247	0	434	52	41	47	57	2	29	50	96	28	143	9	4,4	3,4	0,77	52,6	60,9
Ariana	2196	419	200	332	27	0	37	450	0	19	11	21	17	0	1	8,1	4,9	0,60	37,5	55,5
Aromat	1975	7	1	17	41	0	35	628	72	22	3	4	44	0	0	1,7	3,4	2,05	27,7	43,7
Atlas	4216	1013	115	58	50	0	3	443	147	15	6	11	32	0	17	9,0	3,7	0,41	34,6	57,9
Aurora	3066	489	7	324	101	0	65	408	65	13	3	3	34	0	2	8,4	3,3	0,40	23,6	50,0
Backa	3828	869	0	157	67	0	16	560	49	18	2	3	37	0	0	6,9	3,5	0,52	43,2	64,1
Belgisch Spalter	1997	333	0	77	43	7	19	328	0	16	15	32	27	55	0	1,6	1,3	0,80	17,4	37,4
Blisk	2574	585	70	23	43	0	4	471	129	20	5	8	40	0	5	5,9	3,0	0,51	35,0	58,2
Bobek	3971	413	39	462	167	0	75	461	68	16	3	4	36	0	4	3,6	4,3	1,18	26,0	47,4
Bor	1825	194	0	142	25	0	18	468	0	13	3	3	32	0	1	5,8	2,6	0,45	26,1	50,2
Bramling Cross	2752	248	0	17	52	0	16	586	0	15	3	5	33	0	0	3,1	3,3	1,09	41,7	51,8
Braustern	1602	276	0	220	26	0	14	339	0	12	2	3	30	0	0	4,4	2,2	0,51	25,8	53,3
Brewers Gold	2172	609	61	97	43	0	10	335	0	17	9	15	33	0	7	7,4	4,1	0,55	32,9	57,2
Brewers Stand	9610	1275	190	321	139	28	43	169	0	89	51	94	163	150	11	10,1	3,3	0,33	18,6	40,3
Buket	2184	388	1	230	90	0	65	394	43	18	3	3	39	0	1	8,2	3,9	0,47	21,6	50,7
Bullion	2102	900	141	48	59	0	10	420	0	27	9	15	47	0	3	6,3	4,6	0,72	39,2	55,8
Callista	2110	299	112	17	104	0	34	429	0	25	24	44	44	2	1	2,1	5,1	2,46	15,3	35,9
Cascade	3281	314	50	77	32	0	9	477	46	19	10	19	19	0	5	3,6	4,2	1,18	33,8	49,9
Chang bei 1	3417	89	11	18	94	0	51	547	39	22	15	27	39	38	1	2,0	3,2	1,61	24,5	41,8
Chang bei 2	3201	2	11	16	97	0	50	525	41	21	13	24	35	36	1	2,2	3,0	1,37	21,9	40,6

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	β,γ -Ca-dinen	Seli-nadien	Gera-niol	α -Säu-ren	β -Säu-ren	β/a	Cohu-mulon	Colu-pulon
College Cluster	2313	648	145	98	33	0	15	392	0	21	7	12	38	3	3	5,5	2,1	0,38	25,0	32,6
Columbus	1896	396	58	119	20	0	2	257	0	44	10	16	40	0	1	14,5	5,4	0,38	31,9	54,4
Crystal	2241	17	5	27	47	28	22	439	0	21	17	41	30	76	0	0,8	4,0	5,24	6,9	39,1
Density	2574	174	2	17	49	0	15	566	0	15	2	3	34	0	0	3,1	3,0	0,98	39,0	52,0
Early Choice	1678	200	0	33	8	0	13	537	0	14	0	56	33	0	0	1,2	0,8	0,67	40,9	58,6
Eastwell Golding	1948	131	1	43	42	0	16	444	0	14	2	3	32	0	0	3,1	1,8	0,58	29,2	47,5
Emerald	1075	163	7	54	16	0	21	406	0	14	2	3	32	0	0	3,2	3,2	0,99	32,5	49,0
Eroica	2993	940	133	599	2	0	18	405	0	14	6	11	27	0	1	10,1	6,8	0,67	41,4	59,4
Estera	1350	131	0	16	45	0	8	408	26	14	2	3	31	0	0	2,0	1,7	0,84	30,6	48,9
First Gold	3091	742	1	114	79	0	25	456	13	17	49	103	39	0	1	6,8	2,8	0,42	27,4	55,0
Fuggle	4262	287	2	35	36	0	10	546	32	15	3	3	35	0	0	2,3	2,0	0,88	27,1	40,0
Galena	2195	391	160	494	3	0	16	326	0	14	9	17	30	0	1	9,3	7,7	0,82	40,2	60,4
Ging Dao Do Hua	3945	1368	0	35	63	0	34	558	1	50	35	60	90	0	8	3,8	3,3	0,88	44,3	55,6
Glacier	2445	224	11	25	71	0	28	516	0	21	1	4	43	0	2	3,3	6,2	1,89	12,2	37,8
Golden Star	3689	1320	0	24	41	0	28	602	0	42	29	52	81	0	4	3,3	2,5	0,75	47,7	61,8
Granit	2195	202	8	43	19	0	44	486	0	14	1	10	30	0	1	5,8	3,8	0,66	24,8	46,6
Green Bullet	4624	281	52	68	23	0	31	703	0	17	1	3	36	0	0	5,7	3,6	0,64	34,3	55,9
Hall. Blanc	12583	1861	585	273	185	0	37	182	2	22	329	719	26	29	8	9,2	5,0	0,54	21,7	37,2
Hall. Gold	2317	241	34	45	72	0	29	440	0	15	2	3	33	0	0	6,7	3,8	0,56	19,2	45,4
Hall. Magum	2716	319	117	167	18	0	17	479	0	17	2	4	37	0	1	14,3	6,4	0,45	22,5	46,2
Hall. Merkur	2707	348	83	60	60	0	11	445	0	18	3	4	39	0	0	12,8	4,6	0,36	16,9	36,9
Hallertauer Mfr.	1014	131	0	4	54	0	22	427	0	22	3	4	43	0	0	0,9	2,6	2,93	17,3	35,8
Hall. Taurus	4897	78	40	120	104	0	29	598	0	15	27	75	37	0	1	12,3	3,7	0,30	22,9	47,1
Hall. Tradition	2790	261	12	30	94	0	24	491	0	17	3	3	37	0	0	6,0	3,5	0,59	26,8	49,1
Harmony	6455	1	0	97	63	0	20	563	0	17	39	79	40	4	1	5,2	4,3	0,83	22,9	36,2
Herald	3011	640	4	435	35	0	72	349	4	12	13	27	30	0	5	11,1	4,1	0,37	31,9	62,5
Herkules	2556	526	308	363	24	0	19	421	0	15	3	4	36	0	2	15,8	4,6	0,29	30,7	45,7

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	γ -Muurolen	β -Selinen	α -Selinen	β,γ -Cadinen	Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/a	Cohumulon	Colupulon
Hersbr. Pure	3134	340	14	71	100	22	47	452	92	18	13	34	30	1	1	1,9	1,3	0,67	21,3	40,6
Hersbr. Spät	2708	183	7	69	87	44	19	433	0	26	24	47	35	75	1	1,5	4,2	2,70	2,4	38,2
Huell Melon	6254	1780	12	546	54	1	56	133	230	42	172	351	73	14	11	7,2	9,8	1,37	29,0	47,4
Hüller Anfang	1007	158	8	4	45	0	17	427	0	23	3	4	43	0	0	1,7	4,1	2,38	15,6	39,0
Hüller Aroma	1917	192	3	8	68	0	23	532	0	23	3	4	45	0	0	2,5	2,3	0,95	28,2	48,6
Hüller Bitter	4760	939	151	57	101	19	21	394	0	82	33	58	138	101	2	6,0	3,6	0,60	24,8	49,2
Hüller Fortschritt	1740	91	7	8	61	0	20	485	0	19	3	4	38	0	0	1,5	3,6	2,48	33,0	44,2
Hüller Start	1158	42	0	8	21	0	25	522	0	22	3	4	42	0	0	0,8	3,3	4,47	22,3	42,5
Kazbek	2010	519	49	191	35	8	15	345	0	20	14	25	33	28	3	4,6	3,7	0,81	44,7	58,1
Kirin 1	3137	1067	0	22	45	0	27	528	1	42	30	54	78	0	6	3,7	3,2	0,88	53,4	61,8
Kirin 2	3352	1215	0	29	45	0	27	535	1	47	34	60	89	0	6	3,5	3,1	0,88	49,7	60,0
Kitamidori	1154	29	24	185	8	0	11	364	29	19	1	4	39	0	1	7,0	4,0	0,57	23,5	43,6
Kumir	2238	210	1	159	70	0	18	402	15	16	3	4	37	0	1	7,9	3,9	0,49	16,0	42,1
Late Cluster	6792	1054	133	241	121	26	43	94	1	95	50	101	177	2	19	7,8	3,7	0,47	22,0	40,0
Lubelski	3205	0	0	17	61	0	34	650	109	21	3	4	42	0	0	2,3	4,2	1,84	25,9	42,2
Mandarina Bavaria	3482	598	39	257	38	0	27	527	22	28	19	95	55	4	9	7,7	7,3	0,95	32,5	50,2
Marynka	3139	563	2	254	34	0	15	244	122	11	4	9	26	0	8	8,8	3,4	0,38	20,7	47,2
Mt. Hood	1112	193	38	35	36	0	10	254	0	20	1	4	38	0	1	2,1	3,4	1,62	22,1	41,6
Neoplanta	2956	365	0	214	65	0	35	429	40	14	2	3	32	1	1	6,9	3,4	0,49	26,9	51,1
Neptun	3740	327	141	47	38	0	3	457	0	19	2	3	45	0	0	13,1	4,6	0,35	19,1	34,6
Northern Brewer	2122	302	0	199	30	0	16	396	0	13	0	3	31	0	0	4,8	2,8	0,59	27,9	48,1
Nugget	1671	399	7	111	37	0	17	303	0	12	5	9	26	0	0	9,7	3,6	0,37	25,2	50,1
NZ Hallertauer	2251	425	0	100	42	4	19	391	36	18	14	28	29	34	1	1,7	3,4	2,02	46,6	56,7
Olympic	1678	411	6	162	37	0	12	297	0	12	5	9	27	0	0	9,5	3,7	0,39	25,7	52,0
Opal	3252	314	41	164	104	0	22	419	5	17	1	3	37	0	1	5,8	3,2	0,55	13,7	30,7
Orion	1804	379	8	51	51	0	20	314	0	17	2	3	39	1	0	7,3	3,2	0,44	27,6	55,1
Outeniqua	2177	4	12	11	5	0	45	560	0	25	40	74	46	0	1	8,9	4,2	0,47	27,7	49,8

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	γ -Muurolen	β -Selinen	α -Selinen	β,γ -Cadinen	Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/a	Cohumulon	Colupulon
PCU 280	1940	268	0	83	17	0	10	388	0	12	5	8	30	1	1	5,8	2,5	0,43	26,4	52,2
Perle	1169	213	0	97	15	0	10	328	0	13	2	3	31	0	0	4,3	2,5	0,57	33,7	60,4
Phoenix	1157	405	0	27	12	0	12	373	5	16	33	71	39	0	0	7,2	3,1	0,43	21,1	42,5
Pilgrim	3393	808	2	548	43	0	70	441	0	15	39	84	37	3	6	7,1	3,1	0,44	38,7	60,7
Pilot	4661	870	6	403	153	0	82	139	0	18	143	316	41	13	2	5,8	2,3	0,39	37,6	65,1
Pioneer	2879	858	5	613	33	0	107	382	0	14	15	30	32	0	4	6,8	2,4	0,36	32,8	67,9
Polaris	1378	117	64	209	13	0	12	239	0	16	2	3	37	0	1	14,9	4,0	0,26	21,7	37,9
Premiant	1622	188	2	137	57	0	18	296	9	15	2	4	36	0	1	7,2	3,2	0,45	21,4	43,2
Pride of Ringwood	2159	171	11	22	8	0	40	55	0	19	59	112	34	0	1	8,6	4,8	0,56	31,1	57,2
Progress	12344	1810	265	339	182	35	58	77	0	110	61	115	200	188	16	10,2	3,4	0,33	19,5	39,1
Relax	1869	27	18	26	12	0	40	426	4	21	3	4	36	0	2	0,2	6,2	32,9	33,4	24,1
Rubin	2092	296	95	151	33	0	10	300	0	18	37	75	38	3	5	9,4	3,0	0,31	29,0	49,1
Saazer	2301	1	0	38	39	0	35	418	119	18	1	4	36	0	0	2,2	3,3	1,52	22,2	37,9
Saphir	1742	16	4	94	50	6	72	312	0	16	4	21	30	0	1	1,9	2,6	1,40	12,9	38,4
Serebrianker	1323	79	0	13	56	0	15	353	3	27	1	30	48	0	1	1,1	4,2	3,82	15,6	38,0
Sladek	1655	171	0	115	62	0	21	384	11	16	3	4	37	0	1	7,3	3,3	0,45	19,6	43,2
Smaragd	3342	70	24	110	92	0	20	548	7	17	1	3	36	0	2	2,6	2,8	1,07	9,9	38,5
Southern Promise	1637	29	28	65	2	0	57	502	3	20	10	18	35	33	0	7,7	3,8	0,49	28,6	53,3
Southern Star	2550	111	23	21	9	0	44	670	46	25	5	6	44	3	1	8,8	4,5	0,51	32,9	58,0
Spalter	2685	5	0	16	66	0	43	703	98	22	3	4	44	0	1	1,8	4,9	2,77	29,9	43,2
Spalter	2553	0	0	66	48	0	34	451	138	17	2	3	35	0	1	1,9	3,4	1,81	24,3	40,6
Spalter Select	4967	338	28	34	173	30	61	554	127	23	19	39	36	65	1	2,1	2,6	1,21	10,9	40,0
Sterling	1724	466	8	150	36	0	13	310	0	12	2	9	26	0	0	9,5	3,7	0,39	26,3	49,4
Strisselspalter	1699	13	19	57	50	31	27	316	3	20	18	36	31	1	0	2,7	4,2	1,55	15,1	33,3
Südafrika	1891	5	3	13	3	0	18	566	0	26	48	87	47	0	1	3,5	3,8	1,06	30,8	49,8
Super Alpha	3919	719	113	105	70	0	33	644	0	17	1	3	37	0	1	5,8	3,3	0,57	33,0	58,4
Talisman	1441	210	0	153	23	0	10	305	0	14	3	4	33	0	0	5,8	3,4	0,58	25,9	52,0

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	γ -Muurolen	β -Selinen	α -Selinen	β,γ -Cadinen	Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/a	Cohumulon	Colupulon
Tettnanger	2975	2	0	19	69	0	57	738	100	23	4	6	45	0	1	1,6	3,0	1,84	36,1	44,6
Vojvodina	2769	345	0	116	23	0	22	466	3	14	2	3	32	0	1	3,6	2,3	0,66	31,6	49,9
WFG	3347	39	3	19	61	1	34	667	94	25	5	9	49	7	1	2,1	3,9	1,89	25,9	42,0
Willamette	1295	227	0	57	37	0	4	265	34	15	3	5	35	0	1	2,5	2,3	0,93	32,3	53,7
Wye Challenger	2306	476	6	109	59	0	29	373	6	15	25	53	34	2	0	3,6	3,0	0,83	28,6	46,7
Wye Northdown	1653	221	0	26	49	0	5	311	2	15	2	3	33	0	0	4,2	4,2	0,99	25,1	47,8
Wye Target	2567	500	2	88	82	0	33	343	0	33	7	10	66	13	2	9,7	3,8	0,39	31,8	61,0
Wye Viking	3632	384	3	269	48	0	47	437	130	15	0	39	35	0	1	7,0	4,4	0,64	21,1	40,8
Yeoman	1706	379	40	60	27	0	19	342	3	12	15	41	31	0	2	8,8	4,0	0,45	24,0	42,7
Zatecki	1582	214	0	42	47	0	10	425	25	13	3	6	31	0	0	1,1	1,9	1,67	24,8	46,9
Zenith	3034	245	1	136	87	0	24	477	2	14	39	86	35	0	1	5,6	2,9	0,51	22,7	55,4
Zeus	1986	394	66	120	21	0	2	262	0	40	9	14	83	0	1	15,7	5,3	0,34	32,9	55,3
Zitic	1510	3	0	25	18	0	20	433	5	15	3	4	34	0	1	2,9	2,9	0,99	27,9	49,1

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

8.5 Verbesserung der Aromanalytik mit dem neuen Gaschromatographie-Massenspektrometer-System

8.5.1 Identifizierung von Ölkomponenten

Mit dem neuen Gaschromatographie-Massenspektrometersystem wurden 143 Substanzen mit Hilfe der Massenspektren und auch von Standards identifiziert (Tab. 8.2). In der Literatur wird angegeben, dass das Hopfenöl aus 300 – 400 Einzelsubstanzen besteht. Die identifizierten Substanzen repräsentieren jedoch sicher 99 % der quantitativ im Hopfen vorkommenden Ölkomponenten.

Mit dem neuen Analysensystem können Hopfensorten viel tiefer und detaillierter beschrieben werden. Es wurden auch ganz neue Substanzen entdeckt, die bisher in der Literatur noch nicht genannt waren, z.B. Perrilen, Bergamoten, Santalol u.s.w.

Aromanalytik wird gemacht, um sensorische Eindrücke zu objektivieren und um die Sensorik auch wissenschaftlich zu verstehen. Dabei ist es sehr wichtig, die Daten zu bewerten und zu interpretieren, damit Korrelationen von der Analytik zur Sensorik hergestellt werden können. Es gibt Leitsubstanzen, jedoch muß das Aroma auch ganzheitlich betrachtet werden. Zwischen den Aromasubstanzen gibt es synergistische Effekte, manche verstärken sich in ihrer Wirkung, andere löschen sich aus. Wie bei der Bittere spielen auch Matrixeffekte des Bieres eine Rolle.

Wichtige Aromastoffe in der Reihenfolge ihrer Bedeutung sind: Linalool, Geraniol, α -Terpineol, Citronellol.

Tab. 8.2: Identifizierte Aromasubstanzen

Substanz	RT	Substanz	RT	Substanz	RT	Substanz	RT
2-Methyl-4-pentanon	10,36	cis- β -Ocimen	25,00	α -Cubeben	40,50	Cedren	55,58
3-Methyl-2-pentanon	10,58	Methyl-heptanoat	25,55	Ylangen	42,24	Methyl-7,8-octadecadienoat	55,70
α -Pinen	10,85	p-Cymen	26,55	Citronellal	42,32	Viridifloren	55,84
α -Thujen	11,02	α -Terpineol	27,40	alpha-Copaen	42,85	Methyl-geraniat	55,94
2-Methyl-3-buten-2-ol	11,48	2-Methylbutyl-2-methylbutyrat	27,42	Pelargonsäuremethylester	43,08	2-Dodecanon 1	56,40
Campfen	12,44	Oenanthsäure-methylester	28,05	2-Decanon	43,20	Valencen	56,75
Dimethyldisulfid	13,05	Tridecan	28,45	β -Citral	43,84	Epizonaren	56,85
Propionsäure-isobutylester	13,15	Amylisovalerat	28,64	Farnesol	43,84	α -Copaen	57,05
Hexanal	13,44	2-Octen-4-on	29,05	S-Methyl-thioheptanoat	44,00	β -Selinen	57,27
Isobutyl-isobutytrat	13,62	Acetol	29,58	β -Bourbonen	44,60	Zingiberen	57,39
β -Pinen	14,10	3-Methyl-2-buten-1-ol	30,68	2-Nonanol	44,90	α -Selinen	57,56
Isobutanol	14,40	int. Standard	31,60	Benzaldehyd	45,29	Citral	58,06
Isoamylacetat	15,40	2-Pentensäure-3-ethylmethylester	31,80	α -Gurjunen 1	45,34	α -Gurjunen 2	58,07
3-Penten-2-on	16,45	Methyl-2,4-dimethylheptanoat	31,92	Methyl-4-nonenoat	45,40	α -Farnesen	59,00
S-Methyl-thioisobutytrat	16,60	6-Methyl-5-hepten-2-on	32,05	Isobuttersäure-octylester	46,40	Geranylacetat	59,46
Myrcen	18,00	Methyl-6-methylheptanoat	32,25	Linalool	46,70	β -Cadinen	59,50
Buttersäure-2-methyl-isobutylester	19,20	1-Hexanol	33,00	Geranylvinylether	46,88	γ -Cadinen	59,63
α -Terpinen	19,35	S-Methyl-thiohexanoat (Isomer)	33,00	2-Undecanon	46,94	3,7-Selinadien	59,86
Hexansäure-methylester	20,00	Hopfenether	34,07	β -Cedren	48,35	Curcumen	60,55
Propionsäure-(α)-methylbutylester	20,20	Isocyclocitral	34,55	2-Methyl-3-pentanol	48,60	Methylsalicylat	60,79
2,3-Dimethyl-3-buten-2-ol	20,38	Essigsäure-heptylester	34,70	Isobuttersäure	48,75	α -Cadinen	61,01
3-Methylbutyl-isobutytrat	20,48	Dimethyltrisulfid	35,15	alpha-Bergamoten	49,10	α -Muurolen	61,61
Limonen	20,58	4-Mercapto-4-methyl-2-pentanon	35,40	β -Cubeben	49,50	3,6-Dodecadiensäure-	61,96
2-Methylbutyl-isobutytrat	20,70	3-Hexenol	35,45	β -Caryophyllen	49,90	Tridecanon	62,67

Substanz	RT	Substanz	RT	Substanz	RT	Substanz	RT
Prenal	21,40	2-Nonanon	35,75	β -Caryophyllen_int	49,90	Geranyl-isobutytrat	62,84
β -Phellandren	21,40	Caprylsäuremethylester	35,90	Undecanon	50,03	Elixen	63,92
2-Methylbutanol	21,74	Nonanal	36,10	Aromadendren	50,45	Calamenen	64,20
S-Methyl-thio-2-methylbutyrat	22,47	allo-Ocimen	36,21	5,5-Dimethylfuranon	50,74	Geraniol	64,95
S-Methyl-thio-isovalerat	23,12	S-Methyl-thiohexanoat	36,70	4-Decensäuremethylester	51,74	Tetradecanon	69,49
Pentylfuran	23,41	Citronellol	36,85	Methylgeranat	52,10	α -Calacoren	69,51
trans- β -Ocimen	23,60	Perrilen	38,07	Undecansäure-methylester	53,23	2-Pentadecanon	71,60
Hexansäure-ethylester	23,75	Caprylsäure-ethylester	39,20	2-Dodecanon 2	53,51	Heptansäure	72,00
Propionsäureisopentylester	24,20	Propionsäure-heptylester	39,50	β -Farnesen	54,13	Caryophyllenoxid 1	73,00
γ -Terpinen	24,35	Isobuttersäure-heptylester	39,60	Humulen	54,35	β -Santalol	74,50
Methylisoheptanoat	24,40	Pelargonsäure-methylester	39,86	4,7-Selinadien	54,70	Humulen-2-epoxid	75,52
2-Methyl-1-penten-3-ol	24,65	1-Octen-3-ol	40,14	γ -Muurolen	55,45		

8.5.2 Untersuchungen über Schwefelverbindungen

Schwefelverbindungen kommen im ätherischen Öl des Hopfens nur in Spuren vor, sind jedoch für die Sensorik von Bedeutung, da sie sehr geringe Geruchsschwellenwerte besitzen. Besonders bei den „Special Flavor-Hopfen“ spielen Schwefelverbindungen eine Rolle. Grundsätzlich kann man die Schwefelverbindungen des Hopfens in drei Gruppen einteilen:

- Alkylsulfide und Polysulfide
- Thioester
- polyfunktionale Thiole

Schwefelverbindungen können sehr selektiv mit einem flammenphotometrischen Detektor gemessen werden, da Schwefelatome beim Verbrennen Licht mit einer Wellenlänge von 394 nm emittieren (

Abb. 8.6).

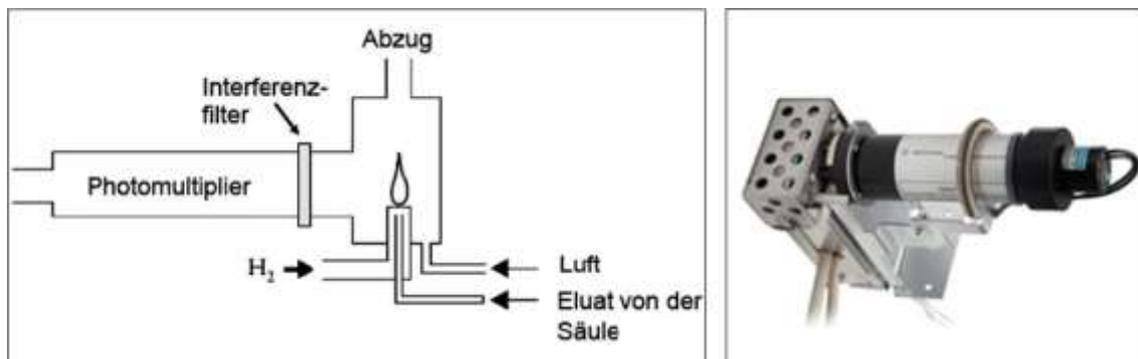


Abb. 8.6: Prinzip eines flammenphotometrischen Detektors

Abb. 8.7 zeigt ein Chromatogramm der Sorte Polaris.

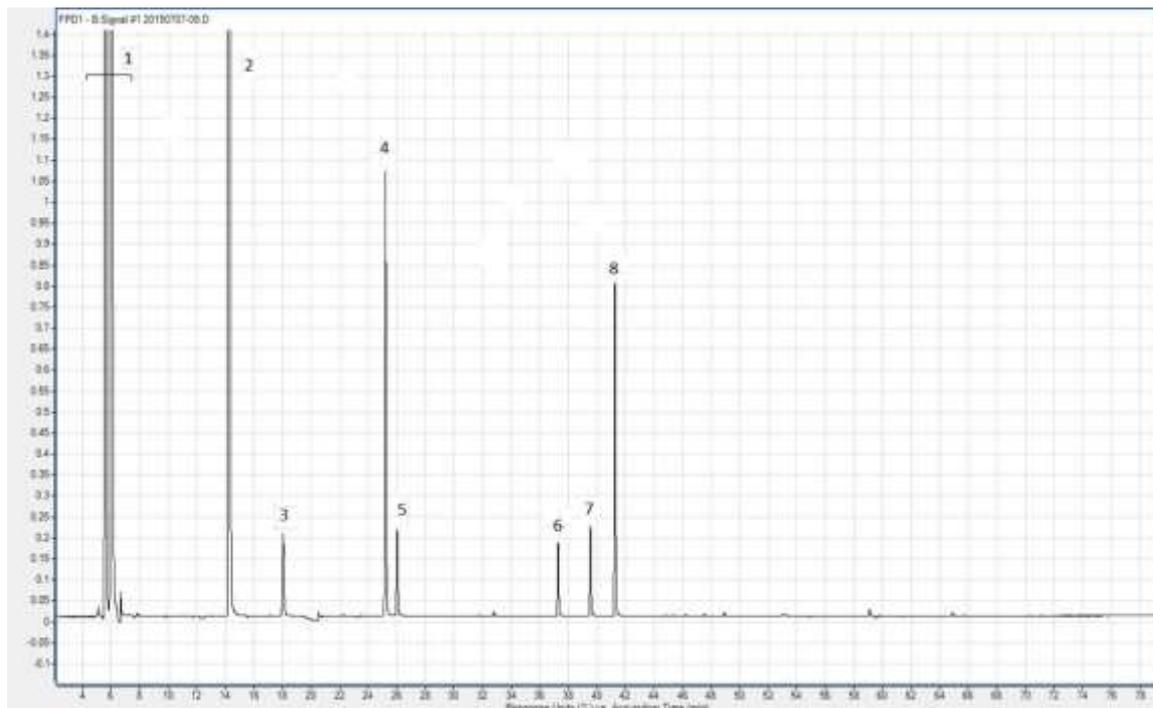


Abb. 8.7: Schwefelverbindungen der Sorte Polaris

Man kann gut erkennen, dass der Hopfen gar nicht so viele Hauptschwefelverbindungen hat, diese konnten mit Hilfe von Reinsubstanzen und Vergleich mit den Massenspektren eindeutig identifiziert werden (Tab. 8.3).

Tab. 8.3: Hauptschwefelverbindungen des Hopfens

1)	H ₂ S, Methylmercaptan, Dimethylsulfid
2)	Dimethyldisulfid
3)	S-Methyl-thioisobutyrat
4)	S-Methyl-thio-2-methylbutyrat
5)	S-Methyl-thioisovalerat
6)	S-Methyl-thiohexanoat (Isomer), wahrscheinlich S-Methyl-thio-4-methylpentanoat
7)	Dimethyltrisulfid
8)	S-Methyl-thiohexanoat

Wenn das Chromatogramm mit einer höheren Empfindlichkeit dargestellt wird (Abb. 8.8), sieht man, dass noch einige kleinere Peaks vorhanden sind, Es wird jedoch sehr schwierig werden diese Peaks zu identifizieren, da diese im Massenspektrometer nicht mehr detektiert werden können.

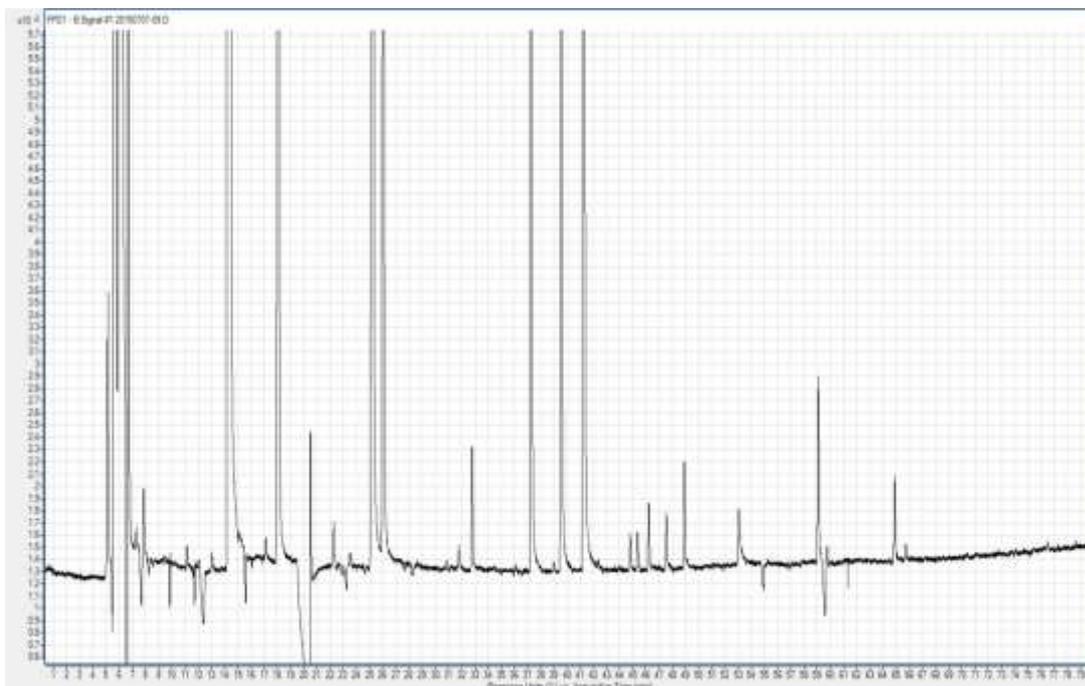


Abb. 8.8: Schwefelverbindungen der Sorte Polaris (höhere Auflösung)

Die Konzentrationen dieser sehr kleinen Peaks liegen im Bereich ppb und es ist sehr fraglich, ob diese untergeordneten Schwefelverbindungen noch etwas zur Sensorik beitragen.

Für die quantitative Auswertung ist ein flammenphotometrischer Detektor nicht so gut geeignet, da dessen Signale nicht linear sind.

8.5.2.1 Alkylsulfide und Polysulfide

Alkylsulfide und Polysulfide entstehen durch den Abbau von Proteinen (schwefelhaltige Aminosäuren wie Methionin und Cystein), ihr Geruch ist schweflig-kohlartig und erinnert an gekochtes Gemüse. Alkyl- und Polysulfide sind eher negativ zu bewerten und Hopfen sollte geringe Mengen enthalten.

Abb. 8.9 zeigt die Bildung von Alkylsulfiden.

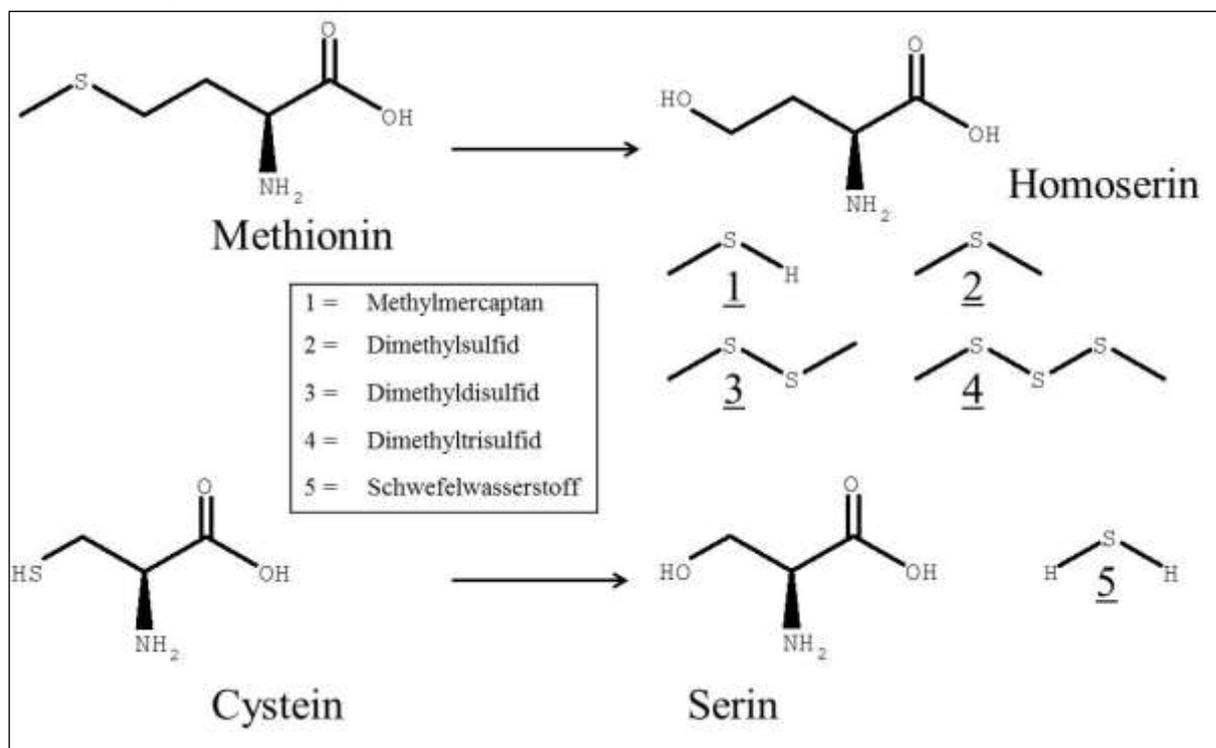


Abb. 8.9: Bildung von Alkylsulfiden

Tab. 8.4: Alkylsulfide und Polysulfide des Hopfens

Verbindung	Geruchsschwelle ppb	Geruchseindruck
Schwefelwasserstoff	20 - 100	faule Eier
Methylmercaptan	20	verfaultes Gemüse, unangenehm
Dimethylsulfid	25 – 60	gekochtes Gemüse, zwiebelig, Gummi
Dimethyldisulfid	3 – 50	gekochtes Gemüse, zwiebelig, schwefelig
Dimethyltrisulfid	0,1	gekochtes Gemüse, zwiebelig, schwefelig
Dimethyltetrasulfid	0,2	gekochtes Gemüse, zwiebelig, schwefelig

8.5.2.2 Thioester

Die Thioester S-Methyl-thioisobutyrat, S-Methyl-thio-2-methylbutyrat und S-Methyl-thioisovalerat sind den Seitenketten der alpha-Säuren sehr ähnlich. Vermutlich entstehen sie über den Biosyntheseweg der alpha-Säuren (Abb. 8.10).

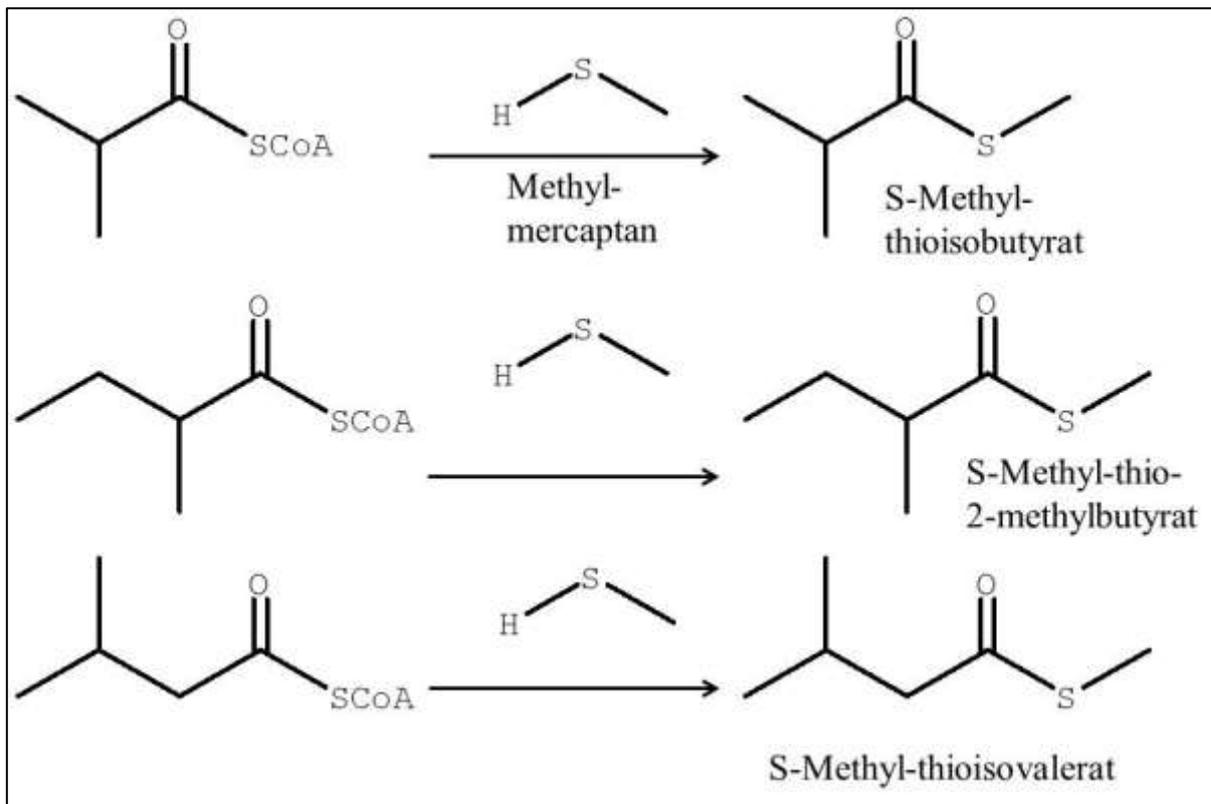


Abb. 8.10: Bildung von Thioestern

S-Methyl-thiohexanoat und S-Methyl-thio-4-methylpentanoat entstehen wahrscheinlich aus dem Fettsäurestoffwechsel.

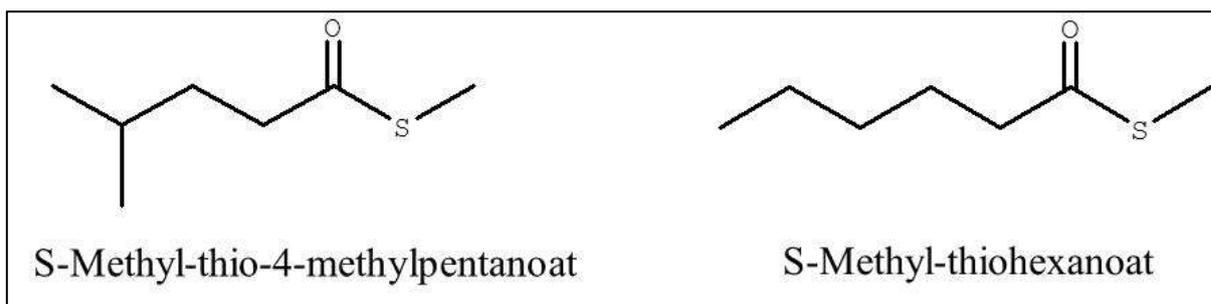


Abb. 8.11: S-Methyl-thiohexanoat und S-Methyl-thio-4-methylpentanoat

Tab. 8.5: Thioester des Hopfens

Verbindung	Geruchsschwelle ppb	Geruchseindruck
S-Methyl-thioisobutyrat	4 - 40	käsigt, gekochtes Gemüse
S-Methyl-thio-2-methylbutyrat	1	seifig., gekochtes Gemüse
S-Methyl-thioisovalerat	50	käsigt, gekochtes Gemüse
S-Methyl-thio-4-methylpentanoat	15	muffig, gekochtes Gemüse
S-Methyl-thiohexanoat	0,3 - 1	seifig, gekochtes Gemüse

Auch die Thioester werden eher negativ beurteilt. A. Suggett, M. Moir und J.C. Seaton schreiben in den Proceedings of the European Brewery Convention Congress, Berlin (West) 1979, 79 -89, dass Hopfen mit hohen Thioestergehalten nicht für das „flavour-hopping“ geeignet sind.

Gehalte und Zusammensetzung der Thioester sind auf jeden Fall sortenspezifisch. Die Sorte Polaris hat einen besonders hohen Gehalt an Thioestern (insbesondere S-Methylthiohexanoat), dies ist vielleicht der Grund, warum Polaris für die Kalthopfung nicht geeignet war.

8.5.2.3 Polyfunktionale Thiole

Polyfunktionale Thiole kommen nur in sehr geringen Mengen (ppb) im Hopfen vor, sie haben jedoch extrem niedrige Geruchsschwellenwerte und tragen deshalb zum Aroma des Hopfens bei (Abb. 8.12).

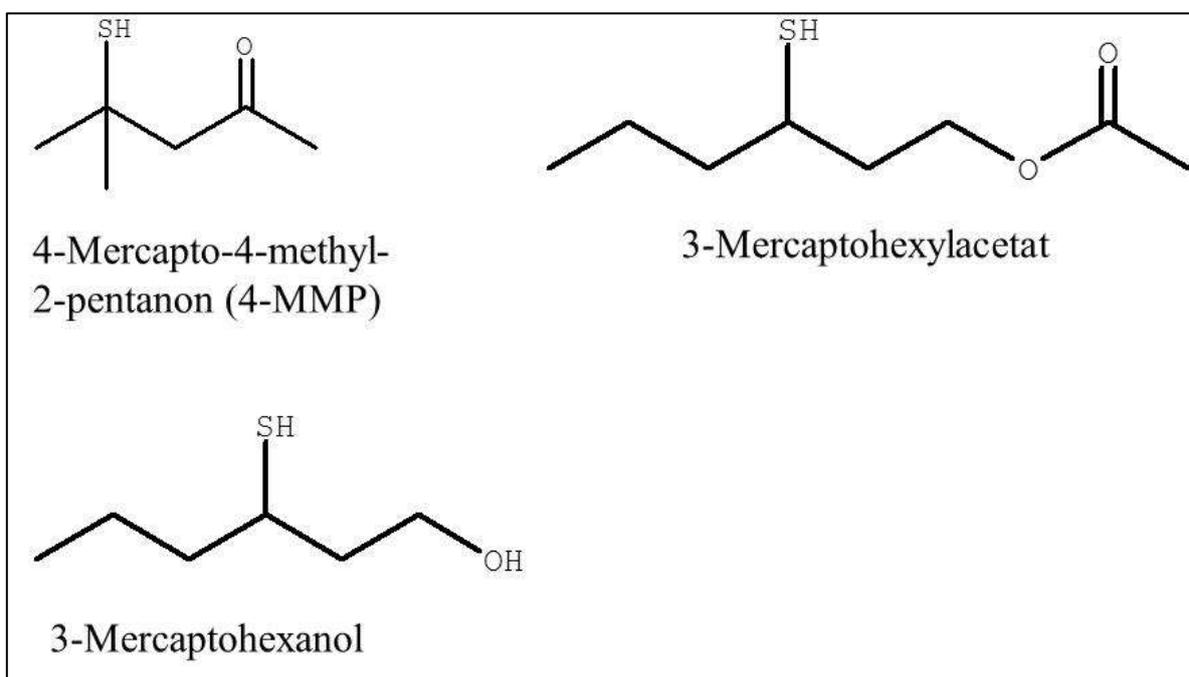


Abb. 8.12: wichtige polyfunktionale Thiole des Hopfens

Tab. 8.6: polyfunktionale Thiole des Hopfens

Verbindung	Geruchsschwelle ppt	Geruchseindruck
4-Mercapto-4-methyl-2-pentanon	0,8	schwarze Johannisbeere, Buxbaum
3-Mercaptohexanol	4,2	schwarze Johannisbeere, Passionsfrucht
3-Mercaptohexylacetat	60	Grapefrucht, Passionsfrucht

Polyfunktionale Thiole entstehen über Glutathion und werden als S-Cystein-Konjugate in den Zellvakuolen gespeichert (Abb. 8.13). Während der alkoholischen Gärung können sie freigesetzt werden. Laut Literatur sind etwa 10 -20 % der polyfunktionalen Thiole des Hopfens an Cystein gebunden.

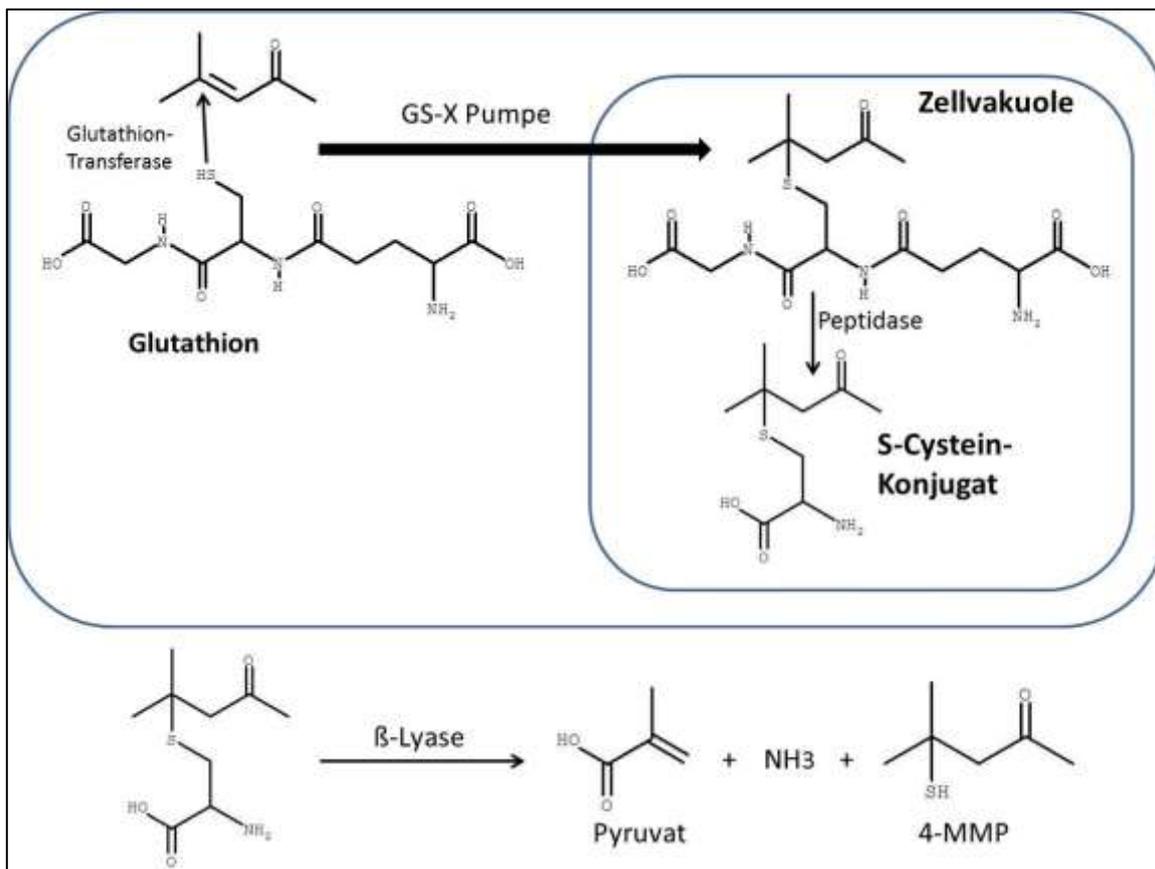


Abb. 8.13: Modell zur Biosynthese von 4-Mercapto-4-methyl-2-pentanon (M. Wüst (2003), *Chemie in unserer Zeit*, 37, 8 -17

Die Substanz 4-MMP ist eine der geruchsintensivsten Substanzen überhaupt. Als Reinsubstanz riecht 4-MMP sehr penetrant nach Katzenurin. In sehr geringen Konzentrationen (ppb) ist 4-MMP jedoch für das typische schwarze Johannisbeer (Cassis, *ribes nigrum*) Aroma verantwortlich. 4-MMP ist typisch für die Sorte Cascade.

Alle drei beschriebenen polyfunktionalen Thiole werden auch in den neuen Hüller „Special Flavor Hopfen gefunden“. An einer quantitativen Bestimmung wird gearbeitet.

8.6 Trocknungsprojekt Jakob Münsterer

Für das Trocknungsprojekt Jakob Münsterer wurden umfangreiche Untersuchungen gemacht, um zu erforschen ob die Trocknung eine Auswirkung auf die Inhaltsstoffe hat. Die Bitterstoffe ändern sich während der Trocknung gar nicht. Bei den Ölen war eine signifikante Abnahme von Myrcen und Hexanal zu beobachten. Myrcen wird auch im Kondensationswasser von Darren gefunden. Hexanal ist der sogenannte grüne Grasaldehyd (Abb. 8.14) und verursacht den typisch grünen Grasgeruch.

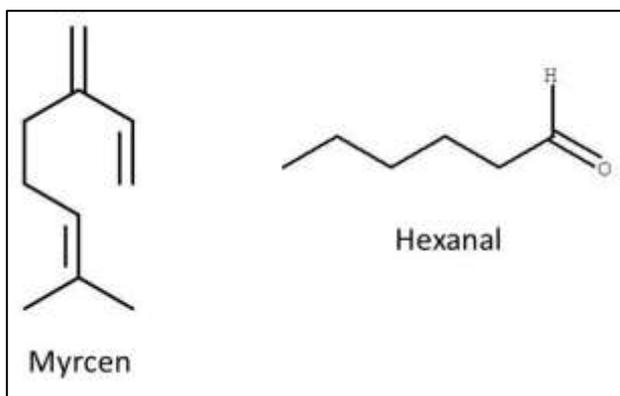


Abb. 8.14: Myrcen und Hexanal

Die Substanz 5,5-Dimethyl-(5H)-2-furanon nimmt signifikant zu. Diese Substanz entsteht bei der Oxidation von β -Säuren (Abb. 8.15).

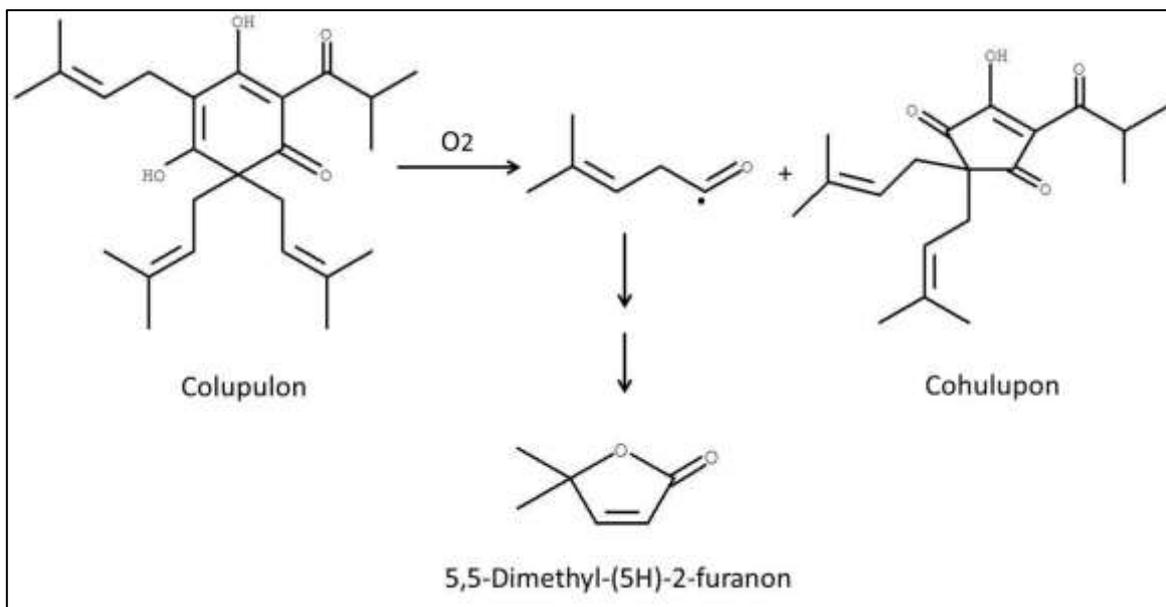


Abb. 8.15: Bildung von Hulupon und 5,5-Dimethyl-(5H)-2-furanon

In weiteren Arbeiten soll quantitativ bestimmt werden, in welchem Umfang Myrcen und Hexanal vom Grünhopfen, bei der Gefriertrocknung und bei der konventionellen Trocknung abnehmen.

8.7 Ringanalysen zur Ernte 2016

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 2016 hatte die Arbeitsgruppe IPZ 5d wieder die Aufgabe, Ringanalysen zu organisieren und auszuwerten, um die Qualität der α -Säureanalytik sicherzustellen.

Im Jahr 2016 haben sich folgende Laboratorien an dem Ringversuch beteiligt:

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

Der Ringversuch startete im Jahr 2016 am 13. September und endete am 11. November, da in dieser Zeit der Großteil der Hopfenpartien in den Laboratorien untersucht wurde. Insgesamt wurde der Ringversuch neunmal (9 Wochen) durchgeführt. Das Probenmaterial wurde dankenswerterweise von Herrn Hörmannsperger (Hopfenring Hallertau) zur Verfügung gestellt. Jede Probe wurde immer nur aus einem Ballen gezogen, um eine größtmögliche Homogenität zu gewährleisten. Jeweils am Montag wurden die Proben in Hüll mit einer Hammermühle vermahlen, mit einem Probenteiler geteilt, vakuumverpackt und zu den einzelnen Laboratorien gebracht. An den darauf folgenden Wochentagen wurde immer eine Probe pro Tag analysiert. Die Analysenergebnisse wurden eine Woche später nach Hüll zurückgegeben und dort ausgewertet. Im Jahr 2016 wurden insgesamt 34 Proben analysiert.

Die Auswertungen wurden so schnell wie möglich an die einzelnen Laboratorien weitergegeben. Abb. 8.16 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. 10: HPE (28.09.2016)

Labor	KW		mittel	s	cvr
1	8,84	8,78	8,81	0,042	0,5
2	8,75	8,78	8,77	0,021	0,2
3	8,74	8,70	8,72	0,028	0,3
4	8,68	8,63	8,66	0,035	0,4
5	8,79	8,82	8,81	0,021	0,2
6	8,84	8,82	8,83	0,014	0,2
7	8,75	8,90	8,83	0,106	1,2

mean	8,77
sr	0,048
sL	0,055
sR	0,073
vkR	0,55
vkR	0,83
r	0,13
R	0,20
Min	8,63
Max	8,90

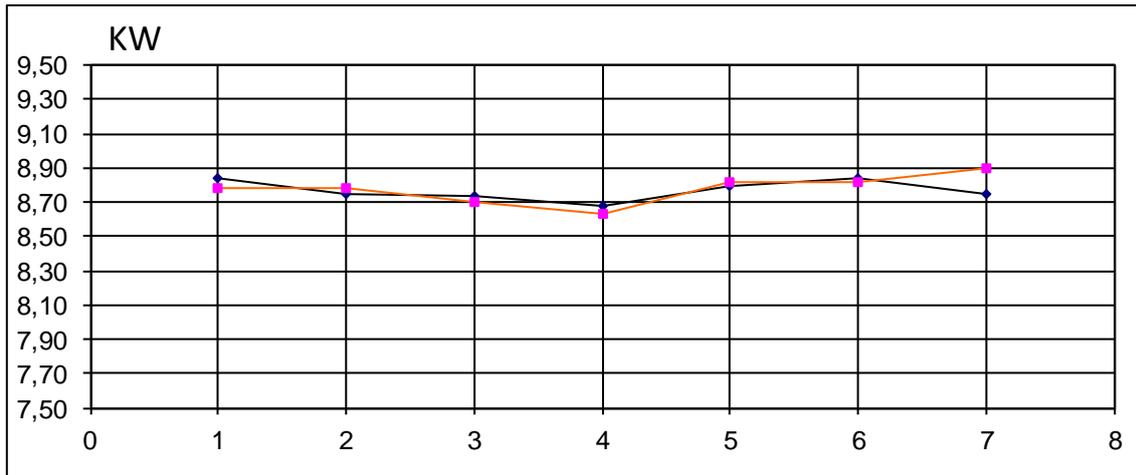


Abb. 8.16: Auswertung einer Ringanalyse

In der Tab. 8.7 sind die Ausreißer des Jahres 2016 zusammengestellt.

Tab. 8.7: Ausreißer des Jahres 2016

Probe	Cochran		Grubbs	
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$
12	0	0	0	5
Gesamt:	0	0	0	1

Seit dem Jahr 2013 gib es 5 alpha-Klassen und neue Toleranzgrenzen. Tab. 8.8 zeigt die neue Einteilung und die Überschreitungen des Jahres 2016.

Tab. 8.8: Aktualisierte alpha-Säurenklassen und Toleranzgrenzen sowie deren Überschreitungen im Jahr 2016

	< 5,0 % α -Säuren	5,0 % - 8,0 % α -Säuren	8,1 % - 11,0 % α -Säuren	11,1 % - 14 % α -Säuren	> 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 2016	1	2	0	0	2

Im Jahr 2016 gab es fünf Überschreitungen der zugelassenen Toleranzgrenzen bei einer Probe mit einem alpha-Säuregehalt kleiner 5,0 %, zwei Proben zwischen 5,0 % und 8,0 % und zwei Proben größer 14 %.

In der Abb. 8.17 sind alle Analysenergebnisse für jedes Labor als relative Abweichungen zum Mittelwert (= 100 %) differenziert nach α -Säuregehalten <5 %, ≥ 5 % und <10 % sowie ≥ 10 % zusammengestellt. Aus dieser Grafik kann man sehr gut erkennen, ob ein Labor tendiert zu hohe oder zu tiefe Werte zu analysieren.

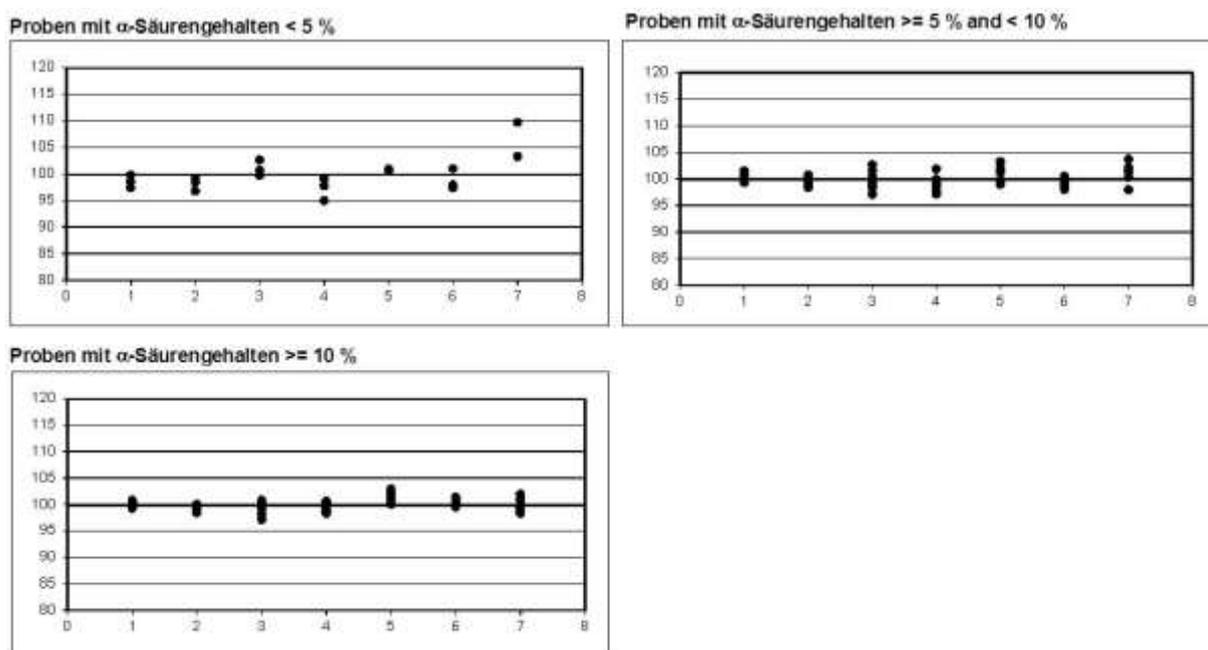


Abb. 8.17: Analysenergebnisse der Laboratorien relativ zum Mittelwert

Das Hüller Labor hat die Nummer 5.

8.7.1 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 Hopfenpflanzer- und Hopfenwirtschaftsverband weitergibt. Ein Erstuntersuchungslabor wählt drei Proben pro Woche aus, die dann gemäß des Pflichtenhefts der AHA von drei verschiedenen Laboratorien analysiert werden. Der Erstuntersuchungswert gilt, wenn der Mittelwert der Nachuntersuchung und der Erstuntersuchungswert innerhalb der Toleranzgrenzen liegen.

Die Tabelle Tab. 8.9 zeigt die Ergebnisse des Jahres 2016. Im Jahr 2016 wurden zwei Kontrollanalysen nicht bestätigt.

Tab. 8.9: Kontrolluntersuchungen des Jahres 2016

Proben- bezeichnung	Erstuntersuchungs- labor	Erstunter- suchung	Nachuntersuchung			Mittel- wert	Ergebnis bestätigt
			1	2	3		
HT 23624	Agrolab	6,5	6,0	6,0	6,0	6,00	nein
HA 23621	Agrolab	5,7	5,1	5,1	5,1	5,10	nein
PE 23594	Agrolab	8,9	8,4	8,4	8,5	8,43	ja
KW 38 HHM	HHV AU	13,5	13,6	13,7	13,7	13,67	ja
KW 38 HHS	HHV AU	17,8	17,6	17,7	17,9	17,73	ja
KW 38 HNB	HHV AU	11,4	11,3	11,5	11,6	11,47	ja
HHT KW 39	HVG Mainburg	6,8	6,8	6,9	7,0	6,90	ja
HNB KW 39	HVG Mainburg	10,4	10,4	10,5	10,6	10,50	ja
HPE KW 39	HVG Mainburg	9,1	9,0	9,2	9,3	9,17	ja
QK 2467 HHM	HV Wolnzach	14,2	13,9	13,9	14,2	14,00	ja
QK 2454 HHS 1	HV Wolnzach	16,1	16,3	16,5	16,6	16,47	ja
QK 2456 HHS 2	HV Wolnzach	18,4	18,4	18,6	18,6	18,53	ja
PE 28096	Agrolab	8,5	8,2	8,2	8,3	8,23	ja
HM 28072	Agrolab	13,0	12,8	12,9	12,9	12,87	ja
HS 29614	Agrolab	17,8	17,9	18,1	18,3	18,10	ja
KW 42 HHS 2	HHV AU	16,7	16,8	16,8	16,9	16,83	ja
KW 42 HHM	HHV AU	14,8	14,8	14,8	14,9	14,83	ja
KW 42 HHS 1	HHV AU	13,5	13,3	13,5	13,9	13,57	ja
KW 43 27903	HVG Mainburg	18,1	18,2	18,3	18,3	18,27	ja
KW 43 27903	HVG Mainburg	5,9	6,0	6,0	6,1	6,03	ja
KW 43 27903	HVG Mainburg	13,5	13,4	13,5	13,5	13,47	ja
QK 4718 HNB	HV Wolnzach	9,4	9,3	9,3	9,3	9,30	ja
QK 4724 HHM	HV Wolnzach	12,2	12,1	12,2	12,2	12,17	ja
QK 4733 HHS	HV Wolnzach	15,4	15,3	15,4	15,5	15,40	ja

8.8 Erweiterung der NIRS Kalibrierung

Seit dem Jahr 2000 wird an der Entwicklung einer NIR-Spektroskopie Methode für die Hopfenbitterstoffe gearbeitet. Am Anfang war dies ein gemeinsames Projekt der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA). Im Jahr 2008 stiegen die Labors der AHA aus und die Kalibrierung wurde allein von Hüll weiterentwickelt. Jedes Jahr werden Proben vom Ringersuch hinzugefügt, sowohl Konduktometer- als auch HPLC-Werte. Die Kalibrierung für die Bitterstoffe ist jetzt sehr gut und als Screening-Methode für die Züchtung absolut geeignet. Abb. 8.18 zeigt den Vergleich KW- und NIRS-Werte (Ringversuch 2015). Die Differenzen nach oben und unten gleichen sich aus. Wasser ist ein guter Absorber im NIR-Bereich, deshalb ist auch Wasser mit NIRS sehr gut quantifizierbar.

Die Gesellschaft für Hopfenforschung hat die Anschaffung eines neueren Geräts genehmigt.

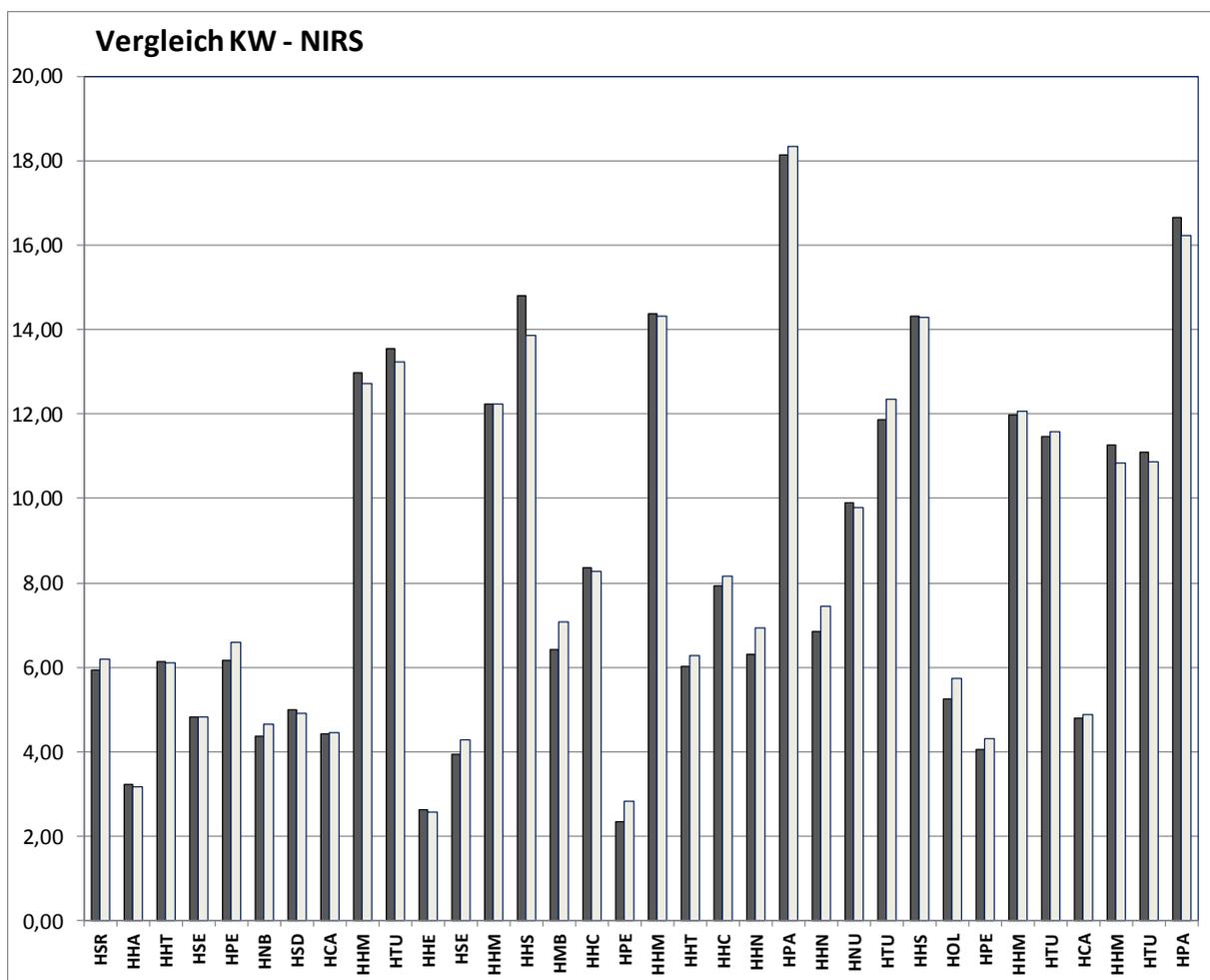


Abb. 8.18: Vergleich KW-Werte und NIRS-Werte (Ringversuch 2015)

8.9 Analysen für die Arbeitsgruppe IPZ 3d „Heil- und Gewürz-pflanzen“

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

Saposhnikovia divaricata

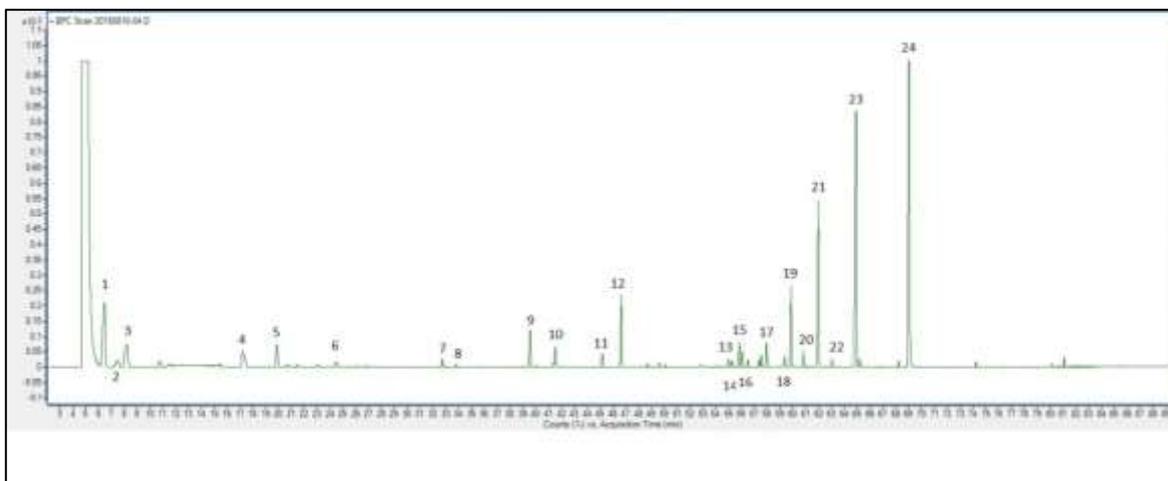
Prim-O-Glucosylcimifugin und 5-O-Methylvisamminosid: 15 Doppelbestimmungen

Salvia miltiorrhiza

Tanshinon IIA und Salvianolsäure B: 15 Doppelbestimmungen

Rosenöle

Von 11 Rosenölen wurden die Ölkomponenten bestimmt. Rosenöle sind wesentlich einfacher zusammengesetzt als Hopfenöle. Die Hauptkomponenten sind Citronellol, Nerol, Geraniol und Phenylethanol. Abb. 8.19 zeigt ein typisches Rosenölchromatogramm und die identifizierten Peaks.

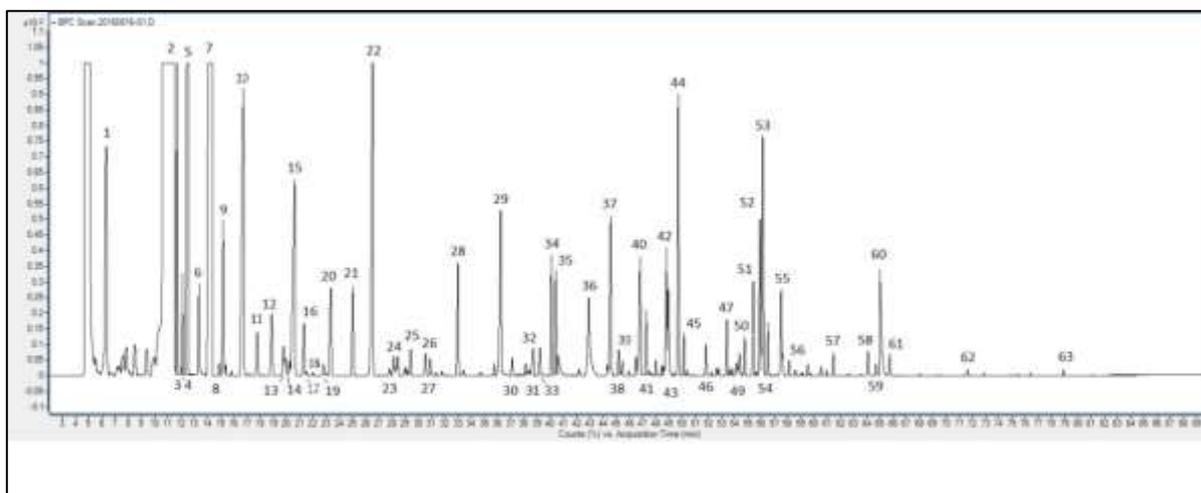


1 =	Aceton	13 =	β -Citral
2 =	Methanol	14 =	γ -Muurolen
3 =	Ethanol	15 =	α -Terpineol
4 =	Myrcen	16 =	endo-Borneol
5 =	2,3-Dehydro-1,3-cinneol	17 =	α -Citral
6 =	3-Caren	18 =	Farnesolacetat
7, 8 =	Rosenoxid	19 =	Citronellol
9, 10 =	Ethyl 2-(5-methyl-5-vinyltetrahydrofuran-2-yl)propan-2-yl carbonat	20 =	p-Mentha-1,5-dien-8-ol
11 =	Benzaldehyd	21 =	cis-Geraniol (Nerol)
12 =	Linalool	22 =	Essigsäure-phenylethylester
		23 =	trans-Geraniol

Abb. 8.19: Rosenölchromatogramm und identifizierte Substanzen

Zirbelkieferöle

Es wurden vier Zirbelkieferöle analysiert und die Ölkompnenten mit GC-MS identifiziert. Abb. 8.20 zeigt ein typisches Chromatogramm und die identifizierten Substanzen. Das Zirbelkieferöl ist schon deutlich komplizierter zusammengesetzt. Die Hauptbestandteile sind alpha- und beta-Pinen.



1 = Aceton	23 = Octanolacetat	44 = Isothymol-methyl-
2 = α -Pinen	24 = Octanol	45 = (-)-Terpinen-4-ol
3 = Toluol	25 = Isopropylhydroperoxid	46 = (-)-4-Terpineol
4 = Camphen (3R, 4S)	26 = 6-(1-Hydroxy-1-methylethyl)-	47 = Myrtenal
5 = Camphen (3S, 4R)	3-methyl-2-cyclohexen-1-ol	48 = L-Pinocarvenol
6 = Hexanal	27 = n-Heptyl-formiat	49 = Crypton
7 = β -Pinen	28 = Hexanol	50 = cis-Verbenol
8 = β -Phellandren	29 = Fenchon	51 = γ -Muurolen
9 = 2,4(10)-Thujadien	30 = 3-Octen-2-on	52 = α -Terpineol
10 = 3-Caren	31 = cis- β -Dihydroterpinol	53 = endo-Borneol
11 = α -Pinen	32 = (E)-2-Octen-1-al	54 = Berbenon
12 = m-Cymen	33 = 3, 4-Dimethylstyrol	55 = α -Muurolen
13 = 2-Heptanon	34 = Amyl-vinyl-carbinol	56 = (-)-Carvon
14 = Heptanal	35 = 1-Heptanol	57 = Myrtenol
15 = Limonen	36 = α -Campholenal	58 = cis-Carveol
16 = β -Phellandren	37 = (+)-2-Bornanon	59 = p-Cymen-8-ol
17 = Cinneol	38 = Benzaldehyd	60 = Hexansäure
18 = p-Mentha-1,3,8-trien	39 = p-Ethylanisol	61 = Benzylacetone
19 = n-Hexylformiat	40 = β -Maalien	62 = Heptansäure
20 = n-Pentylfuran	41 = Octanol	63 = Zimtsäureethylester
21 = n-Pentanol	42 = (-)-Bornyl-acetat	
22 = p-Cymen	43 = Fenchol	

Abb. 8.20: Zirbelkieferölchromatogramm und identifizierte Substanzen

8.10 Kontrolle der Sortenechtheit im Jahr 2016

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

Sortenüberprüfungen für die Lebensmittelüberwachungsbehörden (Landratsämter)	39
davon Beanstandungen	0

9 Veröffentlichungen und Fachinformationen

9.1 Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit

	Anzahl		Anzahl
Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge	43	Führungen	50
LfL-Schriften	2	Ausstellungen und Poster	9
Pressemitteilungen	-	Aus- und Fortbildung	23
Beiträge in Rundfunk und Fernsehen	6	Diplom-, Bachelor- und Masterarbeiten	2
Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare	7	Mitarbeit in Arbeitsgruppen	29
Vorträge	98	Ausländische Gäste	292

9.2 Veröffentlichungen

9.2.1 Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge

Fuß, S. (2016): Pflanzenstandsbericht April 2016. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 173

Fuß, S. (2016): Pflanzenstandsbericht August 2016. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 9, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 339

Fuß, S. (2016): Pflanzenstandsbericht Juli 2016. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 8, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 308

Fuß, S. (2016): Pflanzenstandsbericht Juni 2016. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 7, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 255

Fuß, S. (2016): Pflanzenstandsbericht Mai 2016. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 6, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 214

Hanke, S., Schüll, F.; Seigner, E.; Lutz, A. (2016): Development of a Tasting Scheme and a New Systematic Evaluation Program for new German Breeding Lines by example of the New German varieties Callista (CI) and Ariana (AN). BrewingScience - Monatsschrift für Brauwissenschaft, 69, Hrsg.: Fachverlag Hans Carl , 94 - 102

Jereb, M., Weihrauch, F. (2016): Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen, Hrsg.: LfL, 1 - 61

Jereb, M., Weihrauch, F. (2016): Use and establishment of predatory mites for sustainable control of two-spotted spide mite (*Tetranychus urticae*) in hop. DGaE-Nachrichten, 30 (1), Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie, 17 - 17

Kammhuber, K. (2016): Der Einfluss des Erntezeitpunkts auf das Aroma des Hopfens. Flyer Hopfenrundfahrt 2016, Hrsg.: Hopfenpflanzerverband e. V., 2

Kammhuber, K. (2016): Der Einfluss des Erntezeitpunkts auf das Aroma des Hopfens. Hopfen-Rundschau, 09, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 333

Kammhuber, K. (2016): Ergebnisse von Kontroll- und Nachuntersuchungen für Alphaverträge des Jahres 2015. Hopfen-Rundschau, 08, Hrsg.: Hopfenpflanzerverband e. V., 310 - 312

- Kammhuber, K. (2016): Untersuchungen zur Biogenese des Gesamtölgehalts. Hopfen-Rundschau, 07, Hrsg.: Hopfenpflanzerverband, 259 - 260
- Kühne, S., Roßberg, D.; Röhrig, P.; von Mering, F.; Weihrauch, F.; Kanthak, S.; Kienzle, J.; Patzwahl, W.; Reiners, E. (2016): Status Quo der Anwendung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel in der deutschen Landwirtschaft und dem Gartenbau. Journal für Kulturpflanzen, 68(7), 189 - 196
- Kühne, S., Roßberg, D.; Röhrig, P.; von Mering, F.; Weihrauch, F.; Kanthak, S.; Kienzle, J.; Patzwahl, W.; Reiners, E. (2016): Status Quo der Anwendung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel in der deutschen Landwirtschaft und dem Gartenbau. Julius-Kühn-Archiv, 454, 60. Deutsche Pflanzenschutztagung, 20.-23. September 2016, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Hrsg.: Julius Kühn-Institut, 190 - 190
- Lutz, A., Seigner, E. (2016): USA Flächenveränderung von 2010 bis 2016 - Flavor Hops - verändern die US-Hopfenproduktion. Jahresbericht der IGN Niederlauterbach, 29., 29. Jahresbericht 2015/2016 Interessensgemeinschaft Qualitätshopfen Niederlauterbach, Hrsg.: IGN Niederlauterbach, 19
- Lutz, M., Portner, J. (2016): Arbeitstreffen der Demonstrationbetriebe integrierter Pflanzenschutz. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 172
- Lutz, M., Portner, J.; Münsterer, J.; Fuß, S. (2016): Feldtag am Betrieb Kronthaler rund um die Themen: - Sensorgesteuerte Pflanzenschutztechnik, Einarbeitung von Zwischenfrüchten und Erosionsschutz. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 7, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 256 - 258
- Münsterer, J. (2016): Qualitätserhaltung durch eine optimale Hopfentrocknung. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 9, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 334
- Portner, J. (2016): "Die Hüller Special-Flavor-Hopfen - neue Geschmacksrichtungen für besondere Biere. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang Nr. 8; Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 309 - 310
- Portner, J. (2016): Gezielte Stickstoffdüngung des Hopfens nach DSN (Nmin). Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 4, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 134
- Portner, J. (2016): Hans Schätzl in den Ruhestand verabschiedet. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 1, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 45 - 46
- Portner, J. (2016): Kostenfreie Rücknahme von Pflanzenschutzverpackungen PAMIRA 2016. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 8, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 307
- Portner, J. (2016): Peronosporabekämpfung. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 6, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 213
- Portner, J. (2016): Rebenhäcksel baldmöglichst ausbringen!. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 8, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 308
- Portner, J. (2016): Werner Albrecht vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft besuchte die Hallertau. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 10, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 364
- Portner, J. (2016): Zwischenfruchteinsaat im Hopfen für KuLaP-Betriebe mit dem alten Mulchsaatverfahren (A33) spätestens bis 30. Juni vornehmen!. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 6, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 212
- Portner, J. (2016): Übermittlung von Angaben im Hopfensektor. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 4, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 135 - 136
- Portner, J., Brummer, A. (2016): Nmin-Untersuchung '16. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 170
- Portner, J., Kammhuber, K. (2016): Fachkritik zur Moosburger Hopfenschau 2016. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 10, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 376 - 379
- Portner, J.; Seigner, E.; Seigner, L. (2016): Hop Stunt Viroid- und Zitrusviroid-Monitoring. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 173
- Rühlicke, G., Münsterer, J.; Portner, J. (2016): An den Tropf gehängt - Hopfen flüssig ernähren. Hopfen-Rundschau, 67. Jahrgang; Nr. 6, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 208 - 210
- Seigner, E.; Lutz, A., Kammhuber, K.; Hanke, S.; Schüll, F. (2016): German Special Flavor Hops from Huell, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer

Seigner, E., Kammhuber, K.; Lutz, A. (2016): Neue Züchtung Ariana und Callista - Die neuen Hüller Special Flavor-Sorten. Jahresbericht der IGN, 29., 29. Jahresbericht 2015/2016 Interessensgemeinschaft Qualitätshopfen Niederlauterbach, Hrsg.: IGN Niederlauterbach, 20 - 21

Seigner, E.; Lutz, A. (2016): Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettninger, 1 - 20

Seigner, E.; Lutz, A., Kammhuber, K. (2016): German Special Flavor Hops from Hüll and 2 Highly Promising New Varieties, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer

Seigner, E.; Lutz, A., Kammhuber, K.; Hanke, S.; Schüll, F. (2016): Die Hüller Special Flavor-Hopfen mit einzigartigen Aromen im Bier, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer

Seigner, E.; Lutz, A., Kneidl, J.; Hanke, S.; Schüll, F. (2016): Aufregend anders - Callista und Ariana - Excitingly different - Callista and Ariana, 2016/2017, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer, 38 - 39

Seigner, L.; Seigner, E.; Lutz, A., Keckel, L., Hüttinger, J., Seigner, E., Kneidl, J., Lutz, A. (2016): Hopfen-viroide – eine andauernde Gefahr. Hopfen-Rundschau, 9/2016, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 338 - 339

Sichelstiel, W. (2016): Investition in die Zukunft der Hopfenzüchtung in Hüll. BrauIndustrie, Nr. 2, Februar 2016, 101. Jahrgang, 6

Sichelstiel, W. (2016): Witterung und Wachstumsverlauf 2015 - Auswirkungen auf produktionstechnische Maßnahmen in der Hallertau. Jahresbericht der IGN Niederlauterbach, 29., 29. Jahresbericht 2015/2016 der Interessensgemeinschaft Qualitätshopfen Niederlauterbach, Hrsg.: IGN Niederlauterbach, 6 - 7

von Mering, F., Kienzle, J., Kanthak, S., Reiners, E., Patzwahl, W., Weihrauch, F., Rückrich, K. (2016): Strategiepapier zu Kupfer als Pflanzenschutzmittel unter besonderer Berücksichtigung des Ökologischen Landbaus – Aktueller Stand der Aktivitäten und weiterer Handlungsbedarf, Hrsg.: BÖLW e.V., FÖKO e.V., ECOVIN e.V., Bioland e.V., Naturland e.V., Demeter e.V., Gäa e.V., Deutscher W, 1 - 61

Weihrauch, F. (2016): The arthropod fauna of hop cones, with specific consideration of the Neuroptera, Ecology of Aphidophaga 13, Freising, 29.08.-01.09.2016, Conference Guide, Hrsg.: TU München, WZW, Lehrstuhl für Terrestrische Ökologie, 88 - 89

Weihrauch, F., van Tol, R.; Mumm, R. (2016): Kontrolle des Hopfen-Erdflöhs *Psylliodes attenuatus* im Ökologischen Hopfenbau: Gibt es Optionen? . Julius-Kühn-Archiv, 454, 60. Deutsche Pflanzenschutztagung, 20.-23. September 2016, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Hrsg.: Julius Kühn-Institut, 176 - 176

9.2.2 LfL-Schriften

Name	Arbeitsgruppe	LfL-Schriften	Titel
Arbeitsbereich Hopfen	IPZ 5	LfL-Information	Jahresbericht 2015 - SonderkulturHopfen
Portner, J.	IPZ 5a	LfL-Information	Hopfen 2016 - Grünes Heft

9.2.3 Beiträge in Rundfunk und Fernsehen

Sende-datum	Personen	Titel	Serie	Sender
16.02.2016	Kammhuber, K. Lutz, A.	Wenn Bier nach Maracuja oder Mandarine duftet	Zeitfragen	Deutschlandradio
06.03.2016	Lutz, A.	Bier - Eine Welt-Geschichte	Terra X	ZDF
11.04.2016	Lutz, A.	Die Bier-Rebellen	Bayern erleben	BR
08.07.2016	Lutz, A.	Marktgemeinde Wolnzach - Wo der Hopfen dahoam is	Abendschau	BR
17.09.2016	Lutz, A.	Die Hopfen-Hüter - wie schmeckt das Bier von morgen?	W wie Wissen	ARD
30.12.2016	Lutz, A.	Das große Brauen - Deutschland und seine Biere	n24 Doku	n24

9.3 Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen

9.3.1 Veranstaltungen der LfL

Veranstaltet durch	Thema/Titel	Teilnehmer	Ort, Datum
Münsterer, J. IPZ 5a	Workshop Bewässerung, Organisation und Durchführung	Hopfenpflanzer (12 TN)	Hüll 16.02.2016
Münsterer, J. IPZ 5a	Workshop Hopfentrocknung, Organisation und Durchführung	Hopfenpflanzer (25 TN)	Hüll 16.02.2016
Münsterer, J. IPZ 5a	Wirkung unterschiedlicher Schutzmaßnahmen gegen Erosion mittels Regensimulator aufgezeigt - Feldtag	Hopfenpflanzer (150 TN)	Dietrichsdorf 27.05.2016
Ismann, D., Kneidl, J., Lutz, A., Seigner, E. IPZ 5c	Hopfen-Beratungsgremium - Arbeitsgruppensitzung	Hopfen- und Brauwirtschaft, TUM-Braufakultät (25 TN)	Hüll 06.09.2016
Ismann, D., Kneidl, J., Lutz, A., Seigner, E. IPZ 5c	Hopfen-Beratungsgremium - Arbeitsgruppensitzung	Hopfen- und Brauwirtschaft (24 TN)	Hüll 10.10.2016

9.3.2 Externe Veranstaltungen

Veranstaltet durch	Thema/Titel	Ort, Datum	Beteiligte
TUM, Versuchsbrauerei; LS Brau- und Getränketechnologie	Bierverkostung - neue Zuchtstämme	Freising 26.04.2016	Lutz, A. IPZ 5c
StMELF, LWG	Landesgartenschau	Bayreuth 21.-27.07.2016	Portner, J.; Fischer, E.; Lutz, M. IPZ 5a
Hopfenpflanzerverband	Pflanzenschutzfachtagung - Demonstration abdriftmindernder Pflanzenschutzgerätetechnik	Buch 26.08.2016	Portner, J. IPZ 5a

9.3.3 Vorträge

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Doleschel, P., Graf, T.; Portner, J..	Grußwort "Herausforderung Hopfenbewässerung"	HVG e.G., Hopfenpflanzer und Mitglieder der HVG e.G.	Wolnzach, 23.02.2016
Doleschel, P.	Wie begleitet die LfL die Wertschöpfungskette „Bayerisches Bier“?	LfL, Brauer, Mälzer, Hopfenherzeuger, Hopfenhandel, Berater, Landwirte, Politik, Verbandsvertreter	München, 17.03.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Doleschel, P.; Kammhuber, K.; Portner, J.; Seigner, E. Sichelstiel, W.; Wehrauch, F.	Die LfL-Hopfenforschung und -beratung in Bayern im Jahr 2015	Mitglieder der Gesellschaft für Hopfenforschung	Wolnzach, 05.04.2016
Doleschel, P.	Klimaveränderung und die damit verbundene Heraus- forderung für die bayerische Hopfenforschung	Gesellschaft für Hopfen- forschung, Wissenschaftlich- technischer Beirat der Gesellschaft für Hopfenfor- schung	Aldersbach, 10.05.2016
Doleschel, P.; Seigner, E.	Pflanzenzüchtung als Schlüsselbaustein bei der Klimaänderung	LfL, Wissenschaftlich- technischer Beirat der LfL	Freising, 06.07.2016
Jereb, M.	Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen	Bioland, Öko-Hopfenbauern und Ökolandbau-Beratung	Kloster Plankstetten, 02.02.2016
Jereb, M.; Wehrauch, F.	Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle im Hopfenbau: Hintergründe und Erkenntnisse nach drei Jahren Projektlaufzeit	Gesellschaft für Hopfen- forschung, Technisch- Wissenschaftlicher Arbeits- ausschuss der Gesellschaft für Hopfenforschung	Aldersbach, 10.05.2016
Kammhuber, K.	Alpha-Säurenbestimmungen für alpha-Verträge - Methoden der Qualitätssicherung	LfL + AELF Abensberg, Hopfenpflanzer	Biburg, 25.01.2016
Kammhuber, K.	Alpha-Säurenbestimmungen für alpha-Verträge - Methoden der Qualitätssicherung	LfL + AELF Pfaffenhofen, Hopfenpflanzer	Lindach, 26.01.2016
Kammhuber, K.	Alpha-Säurenbestimmungen für alpha-Verträge - Methoden der Qualitätssicherung	LfL + AELF Abensberg, Hopfenpflanzer	Mainburg, 27.01.2016
Kammhuber, K.	Alpha-Säurenbestimmungen für alpha-Verträge - Methoden der Qualitätssicherung	LfL + AELF Erding, Hopfenpflanzer	Osseltshausen, 28.01.2016
Kammhuber, K.	Alpha-Säurenbestimmungen für alpha-Verträge - Methoden der Qualitätssicherung	LfL + AELF Landshut, Hop- fenpflanzer	Oberhatzkofen, 29.01.2016
Kammhuber, K.	Alpha-Säurenbestimmungen für alpha-Verträge - Methoden der Qualitätssicherung	LfL + AELF Roth, Hopfen- pflanzer	Hedersdorf (Hersbruck), 01.02.2016
Kammhuber, K.	Alpha-Säurenbestimmungen für alpha-Verträge - Methoden der Qualitätssicherung	LfL + AELF Roth, Hopfen- pflanzer	Spalt, 01.02.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Kammhuber, K.	Alpha-Säurenbestimmungen für alpha-Verträge - Methoden der Qualitätssicherung	LfL + AELF Pfaffenhofen, Hopfenpflanzer	Niederlauterbach, 03.02.2016
Kammhuber, K.	Alpha-Säurenbestimmungen für alpha-Verträge - Methoden der Qualitätssicherung	LfL + AELF Abensberg, Hopfenpflanzer	Marching, 05.02.2016
Kammhuber, K.	Aktueller Stand der Aroma-analytik im Hüller Labor	GfH, Vertreter der Hopfen-wirtschaft, Bierbrauer, Hopfenwissenschaftler	Aldersbach, 10.05.2016
Kammhuber, K.	Der Einfluss des Erntezeit-punkts auf das Aroma des Hopfens	Hopfenpflanzerverband e.V., Landkreis Pfaffenhofen, Vertreter von Brauwirt-schaft, Handel, Ministerien, Behörden und Politik	Hüll, 25.08.2016
Kammhuber, K.	Analytical characterization of the new "Hueller Special Flavor-Hops" and the influence of the date of harvest on the amount as well as on the com-position of the essential oils	Gesellschaft für Hopfen-forschung (GfH), Mitglieder des Advisory Boards der GfH (Brauwirtschaft)	Nürnberg, Messe, 08.11.2016
Lutz, A., Seigner, E.	Die beiden neuen Hüller Special Flavor-Hopfen	Hopfenförderkreises Jura, Hopfenpflanzer -	Hiendorf, 18.01.2016
Lutz, A., Seigner, E.	Die Hüller Special Flavor-Hopfen - aktueller Kenntnis-stand	LfL, IPZ 5 und Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Hopfenpflanzer	Biburg, 25.01.2016
Lutz, A., Seigner, E.	Die Hüller Special Flavor-Hopfen - aktueller Kenntnis-stand	LfL, IPZ 5 und Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Hopfenpflanzer	Lindach, 26.01.2016
Lutz, A., Seigner, E.	Die Hüller Special Flavor-Hopfen - aktueller Kenntnis-stand	LfL, IPZ 5 und Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Hopfenpflanzer	Mainburg, 27.01.2016
Lutz, A., Seig-ner, E.	Die Hüller Special Flavor-Hopfen - aktueller Kenntnis-stand	LfL, IPZ 5 und Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Hopfenpflanzer	Osseltshausen, 28.01.2016
Lutz, A., Seigner, E.	Die Hüller Special Flavor-Hopfen - aktueller Kenntnis-stand	LfL, IPZ 5 und Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Hopfenpflanzer	Oberhatzkofen, 29.01.2016
Lutz, A., Seigner, E.	Die Hüller Special Flavor-Hopfen - aktueller Kenntnis-stand	LfL, IPZ 5 und Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Hopfenpflanzer	Hedersdorf, 01.02.2016
Lutz, A., Seigner, E.	Die Hüller Special Flavor-Hopfen - aktueller Kenntnis-stand	LfL, IPZ 5 und Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Hopfenpflanzer	Spalt, 01.02.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Lutz, A., Seigner, E.	Die Hüller Special Flavor-Hopfen - aktueller Kenntnisstand	LfL, IPZ 5 und Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Hopfenpflanzer	Niederlauterbach, 03.02.2016
Lutz, A., Seigner, E.	Die Hüller Special Flavor-Hopfen - aktueller Kenntnisstand	LfL, IPZ 5 und Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Hopfenpflanzer	Marching, 05.02.2016
Lutz, A., Seigner, E.	Die Hüller Special Flavor-Hopfen - aktueller Kenntnisstand	BayWa AG Tettngang, Hopfenpflanzer Tettngang	Tettngang, 16.02.2016
Lutz, A., Seigner, E.	Großflächenversuchsanbau mit den traditionellen Hüller Zuchtstämmen 89/02/25 und 96/01/24	Ministerium für Ländl. Raum und Verbraucherschutz, Tettninger Hopfenpflanzerverband und Ministerium für Ländl. Raum und Verbraucherschutz	Stuttgart, 18.02.2016
Lutz, A.	Zwei alte Zuchtstämme im Großflächenversuchsanbau	Hopfenverwertungsgenossenschaft HVG, Hopfenpflanzer	Wolnzach, 31.03.2016
Lutz, A., Seigner, E.	Die beiden neuen Hüller Special Flavor-Hopfen	Hopfenverwertungsgenossenschaft HVG, Vorstandschaft und Mitglieder des Aufsichtsrats der HVG	Wolnzach, 31.03.2016
Lutz, A., Seigner, E.	Einführung der neuen Special Flavor-Hopfensorten Callista und Ariana	Gesellschaft für Hopfenforschung, Hopfen- und Brauwirtschaft	Aldersbach, 10.05.2016
Lutz, A., Seigner, E.	Reihenversuchsanbau von vielversprechenden Zuchtstämmen der LfL im Elbe-Saale-Gebiet	Hopfenpflanzerverband Elbe-Saale e.V., Hopfenpflanzer Elbe-Saale-Gebiet, Vertreter der Elbe-Saale-Ministerien, Brauwirtschaft	Stobra, 08.07.2016
Lutz, A.	Neue Special Flavor Sorten Ariana und Callista	Ring Junger Hopfenpflanzer, Hopfenpflanzer	Eichelberg, 02.08.2016
Lutz, A.	Neue Special Flavor Sorten Ariana und Callista	VLF Freising, Hopfenpflanzer	Eichelberg, 03.08.2016
Lutz, A.	Neue Special Flavor Sorten Ariana und Callista	VLF Kelheim, Hopfenpflanzer	Eichelberg, 04.08.2016
Lutz, A.	Welke-Problematik im Hopfenbau	IGN Hopfenvermarktung, Hopfenpflanzer Interessensgem. Hopfen Niederlauterbach	Niederlauterbach, 29.08.2016
Lutz, A.	Hopfensorten und Aromabonitur	Altweihenstephaner Brauerbund, Braustudenten	Freising, 07.11.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Lutz, A., Seigner, E.	Präzisionszüchtung für Hopfen	Universität Hohenheim, Projektpartner der Universität Hohenheim und des Max-Planck-Instituts	Stuttgart, 15.11.2016
Lutz, A., Seigner, E.	Aktueller Erkenntnisstand bei dem Special Flavor-Zuchtstamm 2011/02/04	Gesellschaft für Hopfenforschung, GfH-Vorstandschaft	Hüll, 22.11.2016
Lutz, A., Seigner, E.	Entscheidung über vorgezogene Großsudversuche mit den im Großparzellenanbau stehenden Zuchtstämmen 89/2/25 und 96/1/24	Gesellschaft für Hopfenforschung, GfH-Vorstandschaft	Hüll, 22.11.2016
Münsterer, J.	Neue Forschungsergebnisse zur Trocknung von Hopfen	Hopfenhandelshaus Joh. Barth & Sohn, Mainburg, Hopfenhandel	Mainburg, 04.02.2016
Münsterer, J.	Hinweise der LfL zur fachgerechten Durchführung der N_{min} -Untersuchung	Hopfenring e.V., Wolnzach	Wolnzach, 05.02.2016
Münsterer, J.	Optimierung der Hopfentrocknung	Ring Junger Hopfenpflanzer, Hopfenpflanzer	Hüll, 02.08.2016
Münsterer, J.	Optimierung der Hopfentrocknung	VLF Freising, Hopfenpflanzer	Hüll, 03.08.2016
Münsterer, J.	Optimierung der Hopfentrocknung	VLF Kelheim, Hopfenpflanzer	Hüll, 04.08.2016
Münsterer, J.	Vorstellung der Forschungsergebnisse zur Qualitätserhaltung bei der Hopfentrocknung	Verband Deutscher Hopfenpflanzer, Hopfenpflanzer	Hüll, 25.08.2016
Münsterer, J.	Möglichkeiten und Grenzen von Drehverteilern	AK Hopfen	Haunsbach, 21.12.2016
Portner, J.	Nachhaltige Hopfenproduktion aus ökonomischer Sicht	Landhandel	Hebrontshausen, 21.01.2016
Portner, J.	Nachhaltige Hopfenproduktion aus ökonomischer Sicht	Hopfenpflanzer	Biburg, 25.01.2016
Portner, J.	Nachhaltige Hopfenproduktion aus ökonomischer Sicht	LfL, Hopfenpflanzer	Lindach, 26.01.2016
Portner, J.	Nachhaltige Hopfenproduktion aus ökonomischer Sicht	LfL, Hopfenpflanzer	Mainburg, 27.01.2016
Portner, J.	Nachhaltige Hopfenproduktion aus ökonomischer Sicht	LfL, Hopfenpflanzer	Osseltshausen, 28.01.2016
Portner, J.	Nachhaltige Hopfenproduktion aus ökonomischer Sicht	LfL, Hopfenpflanzer	Oberhatzkofen, 29.01.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Portner, J.	Nachhaltige Hopfenproduktion aus ökonomischer Sicht	LfL, Hopfenpflanzer	Hedersdorf, 01.02.2016
Portner, J.	Nachhaltige Hopfenproduktion aus ökonomischer Sicht	LfL, Hopfenpflanzer	Spalt, 01.02.2016
Portner, J.	Nachhaltige Hopfenproduktion aus ökonomischer Sicht	LfL, Hopfenpflanzer	Niederlauterbach, 03.02.2016
Portner, J.	Nachhaltige Hopfenproduktion aus ökonomischer Sicht	LfL+AELF AB, Hopfenpflanzer	Marching, 05.02.2016
Portner, J.	Nachhaltige Hopfenproduktion aus ökonomischer Sicht	BayWa, BayWa-Mitarbeiter	Wolnzach, 26.02.2016
Portner, J.	Fachkritik Hopfen 2016	Stadt Moosburg a.d. Isar, Preisträger und Gäste der Moosburger Gersten- und Hopfenausstellung	Moosburg a.d. Isar, 15.09.2016
Portner, J.	Der Hopfen - die Perle der Hallertau	kus PAK, Gästeführer im Ldkr. PAF	Reichertshofen, 17.11.2016
Seigner, E.; Lutz, A.	Hop Breeding Research	LfL, Studenten der St. Catherine University, Minnesota, USA	Hüll, 15.01.2016
Seigner, E.; Lutz, A.	Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettninger	Ministerium für Ländl. Raum und Verbraucherschutz, Hopfen-Experten Tettninger Hopfenpflanzerverband und Ministerium für Ländlichen Raum, Baden-Württemberg	Stuttgart, 18.02.2016
Seigner, E.	Meristemkultur und Kryotherapie zur Pathogen-Eliminierung	gD und hD Hopfen	Hüll, 07.06.2016
Seigner, E.	Schnellere Bereitstellung von virusfreiem Hopfen durch verbesserte Gewebekultur	Wissenschaftl. Station für Brauerei in München, Brau- und Hopfenwirtschaft	München, 09.06.2016
Seigner, E., Lutz, A.	Züchtung von robusten Hochalphasorten für das Elbe-Saale-Gebiet	Hopfenpflanzerverband Elbe-Saale e.V., Hopfenpflanzer des Elbe-Saale-Anbaugebiets, Vertreter der Elbe-Saale-Ministerien, Brauwirtschaft	Stobra, 08.07.2016
Seigner, E.	Präzisionszüchtung für Hopfen	StMELF, StMELF	München, 29.07.2016
Seigner, E., Lutz, A.	Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettninger	Hopfenverwertungsgen. HVG, HVG Aufsichtsrat	Wolnzach, 17.08.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Seigner, E.; Lutz, A.	Präzisionszüchtung für Hopfen	Deutscher Brauer-Bund e.V., Agrarausschuss des Deutschen Brauerbundes	Hüll, 01.09.2016
Seigner, E., Lutz, A.	Perspektiven zur Entwicklung und Produktion von gesundem Qualitätshopfen	Deutscher Brauer-Bund e.V., Agrarausschuss des Deutschen Brauerbundes	Hüll, 01.09.2016
Seigner, E., Lutz, A.	The New Huell Special Flavor Hops - Great Performance in Hop Yards and Beers	Gesellschaft für Hopfen- forschung, Mitglieder des Advisory Boards der GfH (Brauwirtschaft)	Nürnberg, 08.11.2016
Seigner, E.; Kammhuber, K.; Lutz, A.	Präzisionszüchtung für Hopfen	Universität Hohenheim, Projektpartner der Universität Hohenheim und des Max- Planck-Instituts	Stuttgart, 15.11.2016
Sichelstiel, W.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2016	Beiselen, Landhandel	Hebrontshausen, 21.01.2016
Sichelstiel, W., Wörner, L.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2016	LfL, Hopfenpflanzer	Biburg, 25.01.2016
Sichelstiel, W., Wörner, L.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2016	LfL, Hopfenpflanzer	Lindach, 26.01.2016
Sichelstiel, W., Wörner, L.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2016	LfL, Hopfenpflanzer	Mainburg, 27.01.2016
Sichelstiel, W., Wörner, L.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2016	LfL, Hopfenpflanzer	Osseltshausen, 28.01.2016
Sichelstiel, W., Wörner, L.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2016	LfL, Hopfenpflanzer	Oberhatzkofen, 29.01.2016
Sichelstiel, W., Wörner, L.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2016	LfL, Hopfenpflanzer	Hedersdorf (Hersbruck), 01.02.2016
Sichelstiel, W., Wörner, L.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2016	LfL, Hopfenpflanzer	Spalt, 01.02.2016
Sichelstiel, W., Wörner, L.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2016	LfL, Hopfenpflanzer	Niederlauterbach, 03.02.2016
Sichelstiel, W., Wörner, L.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2016	LfL + AELF AB, Hopfen- pflanzer	Marching, 05.02.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Sichelstiel, W.	Pflanzenschutzmittel für den Hopfenbau in Deutschland – Zulassung und aktuelle Situation	IHPS Zalec, Slowenische; Hopfenpflanzer, Hopfenhändler, Fachbehörden;	Lasko, 10.02.2016
Sichelstiel, W.	Hop Production in Germany	JKI, Teilnehmer Workshop Hopfenperiode	Freising, 10.02.2016
Sichelstiel, W.	Erfahrungen und Anwendungsempfehlungen Vorox F zum Hopfenputzen	BayWa, Landhandel	Wolnzach, 26.02.2016
Sichelstiel, W.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2016	BayWa, Landhandel	Wolnzach, 26.02.2016
Sichelstiel, W.	Demonstrationsversuch Hopfenputzen	Ring Junger Hopfenpflanzer, Hopfenpflanzer	Eichelberg, 02.08.2016
Sichelstiel, W.	Demonstrationsversuch Hopfenputzen	VLF Freising, Hopfenpflanzer	Eichelberg, 03.08.2016
Sichelstiel, W.	Demonstrationsversuch Hopfenputzen	VLF Kelheim, Hopfenpflanzer	Eichelberg, 04.08.2016
Sichelstiel, W.	Pflanzenschutzprobleme und mögliche Lösungen im Hopfenbau	Verband Deutscher Hopfenpflanzer, Zulassungsbehörden Pflanzenschutzmittelhersteller Hopfenpflanzer	Buch, 26.08.2016
Weihrauch, F.	Drittmittel-Projekte 2015 in Hüll zum Ökologischen Hopfenbau	Bioland, Öko-Hopfenbauern und; Ökolandbau-Beratung	Kloster Plankstetten, 02.02.2016
Weihrauch, F.	The arthropod fauna of hop cones, with specific consideration of the Neuroptera	TUM, Internationale Wissenschaftler	Freising, 01.09.2016
Weihrauch, F.,	Kontrolle des Hopfen-Erdflöhs <i>Psylliodes attenuatus</i> im Ökologischen Hopfenbau: Gibt es Optionen?	JKI, Pflanzenschutzdienst Sachsen-Anhalt & DPG, Wissenschaftler und Pflanzenschutz-Berater aus deutschen Bundesbehörden, Pflanzenschutzdiensten und der Industrie	Halle (Saale), 21.09.2016
Weihrauch, F.	Ergebnisse des Kupfer-Monitorings der Bio-Verbände in Deutschland – Teil Hopfen	BÖLW & JKI, Wissenschaftler und Berater zum Öko-Landbau aus Bundes- und Länderbehörden; sowie dem Ausland Pflanzenschutzindustrie	Berlin, 17.11.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Weihrauch, F.	Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Fungizide im ökologischen Hopfenbau: Versuchsergebnisse 2015-2016	BÖLW & JKI, Wissenschaftler und Berater zum Öko-Landbau aus Bundes- und Länderbehörden sowie dem Ausland Pflanzenschutzindustrie	Berlin, 18.11.2016
Weihrauch, F.	Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Fungizide im ökologischen Hopfenbau: Versuchsergebnisse 2015-2016	Erzeugergemeinschaft HVG e.G., Aufsichtsrat der Erzeugergemeinschaft HVG e.G.	Wolnzach, 29.11.2016

9.3.4 Führungen

Datum	Name	Thema/Titel	Gäste	TZ
15.01.16	Seigner, E. Kammhuber, K.	Hop research of the LfL, hop breeding, plant protection, chemical analysis	Studenten der St. Catherine University, Minnisota (28 TN)	28
04.02.16	Lutz, A. Sichelstiel, W. Seigner, E.	Hop research, hop breeding	A-B InBev, Management Rohstoffe (2 TN)	2
19.02.16	Seigner, E. Kammhuber, K. Lutz, A.	Hopfenzüchtung und Hopfenaromaanalytik	A-B InBev, Management (2 TN)	2
10.03.16	Sichelstiel, W. Lutz, A.	Hopfenbau in der Hallertau	Frankfurter Allgemeine Zeitung (1 TN)	1
11.03.16	Lutz, A.	Hüller Züchtung von Special Flavours	Tagblatt Freising (1 TN)	1
18.03.16	Sichelstiel, W.	Hopfenforschungszentrum Hüll, Hopfenzüchtung	Systembaloget (2 TN)	2
01.04.16	Lutz, A.	Hopfenzüchtung und 500 Jahre Reinheitsgebot	Journalistin, Donaukurier (1 TN)	1
11.04.16	Sichelstiel, W.	Hopfenforschungszentrum Hüll	US Craftbrauer und Hopfenpflanzler (4 TN)	4
20.04.16	Seigner, E. Lutz, A.	Hopfen, Hopfenzüchtung, Ziele, Sorten, Landsorten	Frankfurter Allgemeine Zeitung (1 TN)	1
26.04.16	Lutz, A. Kammhuber, K. Seigner, E.	hop research, hop breeding, new cultivars, aroma analytics	A-B InBev, Innovation Team (3 TN)	3
11.05.16	Sichelstiel, W. Lutz, A.	Hopfenbau und Hopfenforschung	Fachhochschule Bingen (30 TN)	30
24.05.16	Sichelstiel, W.	Hopfenforschungszentrum Hüll	MdL Martin Schöffel (1 TN)	1
02.06.16	Sichelstiel, W. Kammhuber, K. Lutz, A. Seigner, E.	Hopfenforschung, Züchtung, Hopfenanalytik, Pflanzenschutz	A-B InBev, Innovation Team (3 TN)	3
03.06.16	Lutz, A.; Sichelstiel, W.; Weihrauch, F.	Hopfenforschungszentrum Hüll	Verband Obst- und Weinbauberater Südtirol (25 TN)	25

Datum	Name	Thema/Titel	Gäste	TZ
14.06.16	Sichelstiel, W. Seigner, E.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Pflanzenschutz	Bildungswerk des Bauernverbandes (20 TN)	20
17.06.16	Sichelstiel, W. Lutz, A.	Hopfenforschungszentrum Hüll	Studenten FH Nürtingen (29 TN)	29
28.06.16	Seigner, E.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Hopfenanalytik	A-B InBev, Management Rohstoffe (2 TN)	2
05.07.16	Sichelstiel, W. Seigner, E.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Pflanzenschutz, Inhaltsstoff-Analytik, Hopfenbau	Studenten, TUM, Brau- und Getränketechnologie (23 TN)	23
13.07.16	Lutz, A. Seigner, E. Kammhuber, K.	hop research of the LfL, aroma analytics, Special Flavor hops	Kirin Brewery, TUM, Lehrstuhl für Getränke- und Brautechnologie (2 TN)	2
19.07.16	Lutz, A. Seigner, E.	Hopfenzüchtung, Aroma- und Special Flavor Sorten	Boston Brewery (5 TN)	5
21.07.16	Lutz, A. Seigner, E. Weihrauch, F. Kammhuber, K.	hop research, aroma hops, Special Flavor hops, plant protection	Sierra Nevada Brewing Company (3 TN)	3
21.07.16	Seigner, E. Sichelstiel, W.	hop research of the LfL, breeding, plant protection, chemical analysis	Universität Göttingen, Doktoranden (18 TN)	18
29.07.16	Münsterer, J. Lutz, A.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung und Pflanzenbau	Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen (12 TN)	12
11.08.16	Seigner, E.	hop cultivars, hop production	Universität Chile, Agraring. (2 TN)	2
18.08.16	Lutz, A.	Aktuelles zur Hopfenernte 2016	DIN ISO Betriebe - Hopfen (70 TN)	70
24.08.16	Sichelstiel, W. Lutz, A.	Hopfenforschung, Special Flavor-Sorten	Motor Presse, Magazin Bier (2 TN)	2
25.08.16	Seigner, E. Lutz, A. Kammhuber, K. Weihrauch, F.	Hopfenforschung der LfL, Züchtung, Special Flavor-Sorten, Aromanalytik, Ökohopfenbau	Journalistin, Bayernkurier (1 TN)	1
26.08.16	Seigner, E. Kammhuber, K.	hop research, hop breeding, Special Flavor hops, hop analytics	A-B InBev, Global Brewer (45 TN)	45
29.08.16	Seigner, E. Kammhuber, K.	hop research, hop breeding, plant protection, aroma analytics	Cervecería Polar, Agraria (5 TN)	5
30.08.16	Seigner, E. Sichelstiel, W. Kammhuber, K.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Special Flavor-Sorten, Aromanalytik,	A-B InBev, Management/technische Betriebsleiter (12 TN)	12
31.08.16	Seigner, E. Kammhuber, K.	hop research, hop breeding, hop analytics, xanthohumol	A-B InBev (2 TN)	2
31.08.16	Seigner, E. Kammhuber, K.	hop research, hop breeding, hop chemical analytics	Kalsec, A-B InBev (2 TN)	2
01.09.16	Seigner, E. Lutz, A. Kammhuber, K.	Hopfenforschung, Hopfenzüchtung, Hopfenanalytik	A-B InBev (3 TN)	3

Datum	Name	Thema/Titel	Gäste	TZ
07.09.16	Lutz, A.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Special Flavor-Sorten	Braufactum, Braujournalisten, Barth-Haas Group (50 TN)	50
08.09.16	Lutz, A. Seigner, E. Portner, J. Weihrauch, F.	Hopfenforschung der LfL; Hopfenzüchtung, Pflanzenschutz, Hopfenanalytik	BMEL, W. Albrecht; (5 TN)	5
09.09.16	Lutz, A.	Neues von der Hopfenzüchtung	Barth-Haas Group (8 TN)	8
09.09.16	Seigner, E. Kammhuber, K.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Special Flavor-Sorten, Hopfenanalytik	Barth Academy (20 TN)	20
14.09.16	Sichelstiel, W.	Hopfenforschungszentrum Hüll	Brauer Früh Kölsch (2 TN)	2
16.09.16	Seigner, E.	hop research, hop breeding, Special Flavor hops,	A-B InBev, Brauer (3 TN)	3
20.09.16	Seigner, E. Kammhuber, K.	hop research of the LfL, hop breeding, Special Flavor hops, hop aroma	A-B InBev, Brauer (4 TN)	4
22.09.16	Seigner, E.	hop research of the LfL, hop breeding, hop aroma	A-B InBev, Global Innovation Group (3 TN)	3
28.09.16	Lutz, A.	hop aroma assessment	New Glarus Brewing, Hop Solutions (2 TN)	2
28.09.16	Seigner, E. Lutz, A.	hop research of the LfL, hop breeding, Special Flavor hops, hop aroma	A-B InBev, Brauer (4 TN)	4
29.09.16	Lutz, A. Kammhuber, K.	Hopfenforschung, Züchtung, Pflanzenschutz, Chem. Analyse	Camba Bavaria (2 TN)	2
30.09.16	Seigner, E.	Hop research, hop breeding, Special Flavor hops, aroma analytics,	A-B InBev, Vertrieb (45 TN)	45
10.10.16	Seigner, E. Portner, J.	hop research of the LfL, hop breeding, hop production	Belgische Hopfenpflanzer (30 TN)	30
18.10.16	Lutz, A. Sichelstiel, W.	Hopfenforschungszentrum Hüll	Systembaloget (18 TN)	18
14.11.16	Lutz, A.	hop research of the LfL, hop breeding, Special Flavor Hops	Cooperativa Agrária Agroindustrial, Craftbrauer (5 TN)	5
21.11.16	Lutz, A. Kneidl, J.	Erntezeit und Aroma der Hüller Special Flavor-Sorten	Barth-Haas Group (5 TN)	5
22.11.16	Lutz, A. Kneidl, J.	Erntezeit und Aroma der Hüller Special Flavor-Sorten	GfH- Lizenznehmer von Special Flavor-Sorten (10 TN)	10

9.3.5 Ausstellungen und Poster

Autor(en)	Titel	Veranstaltung	Veranstalter
Kammhuber, K.	Die Inhaltsstoffe des Hopfens	Festival - 500 Jahre Reinheitsgebot München	Bayer. Brauerbund; Private Brauereien Bayern; StMELF
Lutz, A.; Seigner, E.	Special Flavor-Hopfen	Festival - 500 Jahre Reinheitsgebot München	Bayer. Brauerbund, Private Brauereien Bayern, StMELF
Münsterer, J.	Konditionierung von Hopfen	3. Deutscher Hopfentag Bad Gögging	Verband deutscher Hopfenpflanzer
Münsterer, J.	Trocknung von Hopfen	3. Deutscher Hopfentag Bad Gögging	Verband deutscher Hopfenpflanzer
Portner, J.	Abdrift reduzierende Applikation bei Sprühgeräten im Hopfenanbau	3. Deutscher Hopfentag Bad Gögging	Verband deutscher Hopfenpflanzer
Portner, J.	Peronospora Warndienst	3. Deutscher Hopfentag Bad Gögging	Verband deutscher Hopfenpflanzer
Seigner, E.; Lutz, A.	Entwicklung einer neuen Hopfensorte	Festival - 500 Jahre Reinheitsgebot München	Bayer. Brauerbund; Private Brauereien Bayern; StMELF
Seigner, E.; Lutz, A.	The Picking Time is Crucial to Yield and Quality	3. Deutscher Hopfentag Bad Gögging	Verband Deutscher Hopfenpflanzer; HVG Hopfenverwertungsgenossenschaft e.G.
Seigner, E.; Lutz, A.	Die Hüller Special Flavor-Hopfensorten	Festival - 500 Jahre Reinheitsgebot München	Bayer. Brauerbund; Private Brauereien Bayern; StMELF

9.4 Aus- und Fortbildung

Name, Arbeitsgruppe	Thema	Zielgruppe
Münsterer, J. IPZ 5a	17.06.2016 - Schultag Hopfen: Krankheiten und Schädlinge im Hopfenbau, Prognosesysteme, Hüll	15 Landwirte
Münsterer, J. IPZ 5a	29.07.2016 - Schultag Hopfen: Peronospora-Prognose; Aktuelles zum Pflanzenschutz, Hüll	15 Landwirte
Portner, J. IPZ 5a	11.03.2016 - Meisterprüfung: Themenvergabe Arbeitsprojekt, Schlott	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	21.03.2016 - Meisterprüfung: Themenvergabe Arbeitsprojekt, Ried	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	21.03.2016 - Meisterprüfung: Themenvergabe Arbeitsprojekt, Dürnzhausen	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	21.03.2016 - Meisterprüfung: Themenvergabe Arbeitsprojekt, Klein Gründling	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	21.03.2016 - Meisterprüfung: Themenvergabe Arbeitsprojekt, Scheuerhof	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	22.03.2016 - Meisterprüfung: Themenvergabe Arbeitsprojekt, Rohrbach	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	15.04.2016 - Meisterprüfung: mündl. Prüfung Arbeitsprojekt, Wolnzach	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	20.04.2016 - Meisterprüfung: mündl. Prüfung Arbeitsprojekt, Wolnzach	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	18.04.2016 - Meisterprüfung: mündl. Prüfung Arbeitsprojekt, Wolnzach	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	03.06.2016 - Meisterprüfung: mündl. Prüfung Arbeitsprojekt, Wolnzach	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	03.06.2016 - Meisterprüfung: mündl. Prüfung Arbeitsprojekt, Wolnzach	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	15.06.2016 - Meisterprüfung: Kontrollbesuch Arbeitsprojekt, Scheuerhof	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	17.06.2016 - Meisterprüfung: Kontrollbesuch Arbeitsprojekt, Ried	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	22.06.2016 - Meisterprüfung: Kontrollbesuch Arbeitsprojekt, Rohrbach	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	13.07.2016 - Meisterprüfung: Kontrollbesuch Arbeitsprojekt, Dürnzhausen	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	13.07.2016 - Meisterprüfung: Kontrollbesuch Arbeitsprojekt, Klein Gründling	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	19.08.2016 - Meisterprüfung: Kontrollbesuch Arbeitsprojekt, Untereinöd	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	29.08.2016 - Meisterprüfung: Kontrollbesuch Arbeitsprojekt, Schlott	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	30.08.2016 - Meisterprüfung: Themenvergabe Arbeitsprojekt, Straß	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	30.08.2016 - Meisterprüfung: Themenvergabe Arbeitsprojekt, Eschelbach	1 Landwirt
Portner, J. IPZ 5a	17. - 21.10.2016 - Hopfenbauunterricht, LS Pfaffenhofen	15 Landwirte

9.5 Mitarbeit in Arbeitsgruppen, Mitgliedschaften

Mitglied	Organisation
Fuß, S.	Prüfungsausschuss f. d. Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Landshut
Kammhuber, K.	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA)
	European Brewery Convention (Hopfen-Subkomitee) Analysen-Komitee
	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCH)
Münsterer, J.	Prüfungsausschuss f. d. Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Landshut
Portner, J.	AG Nachhaltigkeit im Hopfenbau
	JKI - Fachbeirat Geräte-Anerkennungsverfahren zur Beurteilung von Pflanzenschutzgeräten
	JKI - Länderarbeitsgruppe "Kontrolle von Pflanzenschutzgeräten"
	Meisterprüfungsausschüsse Niederbayern, Oberbayern-Ost und Oberbayern-West für den Ausbildungsberuf Landwirt
Seigner, E.	Gesellschaft für Hopfenforschung
	Gesellschaft für Pflanzenzüchtung
	International Society of Horticultural Science (ISHS)
	Wissenschaftl. Kommission des Internationalen Hopfenbaubüros (Vorsitzende und Sekretärin)
Sichelstiel, W.	DPG, Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft
	EU Commodity Expert Group Minor Uses Hops (Vorsitzender)
	Gesellschaft für Hopfenforschung
Wehrauch, F.	Arbeitsgemeinschaft Bayerischer Entomologen e.V.
	British Dragonfly Society
	DGaaE, AK Neuropteren (Führung der Bibliographie)
	DPG, Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft
	DgaaE, AK Nutzarthropoden und Entomopathogene Nematoden
	DgaaE, Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie
	Dgfo, Deutsche Gesellschaft für Orthopterologie
	Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen e.V.
	Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.
	Münchner Entomologische Gesellschaft e.V.
	Rote Liste Arbeitsgruppe der Neuropteren Deutschlands
	Rote-Liste-Arbeitsgruppen der Libellen und Neuropteren Bayerns
	Worldwide Dragonfly Society (Mitglied des Editorial Boards)

10 Personal IPZ 5 - Arbeitsbereich Hopfen

Für die Landesanstalt für Landwirtschaft - Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Hüll / Wolnzach / Freising waren im Jahre 2016 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

LAR Münsterer Jakob

Dipl.-Ing. (FH) Lutz Maria

IPZ 5b

AG Pflanzenschutz im Hopfenbau

LD Sichelstiel Wolfgang

BTA Eisenbraun Daniel

Felsl Maria

Dipl.-Ing. (FH) Jereb Marina (bis 31.05.2016)

LI Meyr Georg

Weiher Johann

Dr. Weihrauch Florian (bis 31.07.2016)

M.Sc. Wörner Laura

M.Sc. Wolf Silvana (ab 17.11.2016)

IPZ 5c
AG Züchtungsforschung Hopfen
RD Dr. Seigner Elisabeth

Brummer Brigitte
Dandl Maximilian
LTA Enders Renate (ab 01.04.2016)
CTA Forster Brigitte
Graßl Herbert (ab 20.06.2016)
Grebmair Hermann (ab 15.02.2016)
CTA Hager Petra
LTA Haugg Brigitte
Hock Elfriede
Agr.-Techn. Ismann Daniel
LTA Kneidl Jutta
LAR Lutz Anton
Maier Margret
Mauermeier Michael
Pflügl Ursula
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

IPZ 5e
AG Ökologische Fragen des Hopfenbaus
Dipl.-Biol. Dr. Weihrauch Florian (ab 01.08.2016)