



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.

Jahresbericht 2017

Sonderkultur Hopfen



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

März 2018



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 2018

Druck: ES-Druck, 85356 Freising-Tüntenhausen

Schutzgebühr: 5,- €

Vorwort

Im Jahr 2017 kam der Hopfen gerade noch glimpflich davon. Der im August einsetzende Regen führte noch zu einer durchschnittlichen Ernte, wenn auch die alpha-Säuregehalte etwas unter dem Durchschnitt lagen. Deshalb ist die Intensivierung der Forschung im Bereich Bewässerung mit Nährstoffeinspeisung essentiell. Nach den trockenheitsbedingten Ertragseinbußen in den Jahren 2013 und 2015 hat die Bewässerung wieder an Bedeutung gewonnen. Die Nährstoffeinspeisung unterstützt die Bemühungen für eine gezielte, bedarfsgerechte Düngung mit einer effizienteren Ausnutzung der Nährstoffe, gerade auch im Hinblick auf die Umsetzung der Düngeverordnung. Die Umsetzung der Düngeverordnung im Hopfen ist eine große Herausforderung für die Produktionstechnik. Begegnet wird dieser mit einer Intensivierung der Forschung zur Untersuchung der Stickstoffdynamik in Hopfenböden und Umsetzung der Rebenhäcksel. Ziel ist eine Optimierung des Düngemanagement und Vermeidung von Gewässerbelastungen.

Im Pflanzenschutz konnte der Dienstbetrieb wegen der angespannten Personalsituation nur eingeschränkt erfolgen, trotzdem wurde dank des Einsatzes der AG ein anspruchsvolles Arbeitsprogramm erledigt. Die Zulassungssituation verfügbarer Pflanzenschutzmittel wird EU-weit immer angespannter, was sich für viele Betriebe insbesondere beim Herbizideinsatz und beim Hopfenputzen kritisch auswirkt.

Mit der Einstellung von Herrn Euringer im Juni 2017 wurde das Projekt "Forschung zur Verticilliumwelke" begonnen. Diese Forschungsarbeiten sind Voraussetzungen für eine erfolgreiche Züchtung von welketoleranten Sorten. Es wurden auch Vorbereitungen für Bodensanierungsansätze von Verticillium infizierten Hopfenflächen gestartet. Die Züchtung entwickelt seit Jahrzehnten Hopfen, die auf Stickstoffeffizienz hin selektiert werden.

Die Arbeitsgruppe Hopfenqualität und -analytik führt alle Untersuchungen zur Unterstützung aller anderen Arbeitsgruppen durch. Eine erfolgreiche Hopfenzüchtung wäre ohne die Analytik nicht möglich. Die GfH hat im Jahr 2017 die Anschaffung eines neuen Nahinfrarotspektralphotometers finanziert, der eine sehr schnelle Bestimmung des alpha-Säuren- und Wassergehalts ermöglicht. Auch wurde die Finanzierung einer neuen HPLC-Anlage genehmigt, die im Frühjahr 2018 angeschafft und in Betrieb genommen wird.

Vom 25. bis zum 29. Juni 2017 fand die Tagung der Wissenschaftlich-Technischen Kommission (WTK) des Internationalen Hopfenbaubüros (IHB) im oberösterreichischen Kurort St. Stefan am Walde im Mühlviertel statt. An der Tagung nahmen 61 Wissenschaftler aus 14 Nationen teil. Die Tagung wurde erfolgreich von Dr. Florian Weihrauch organisiert.

Anforderungen und Probleme werden im Hopfenbau nicht weniger. Die LfL Hopfenforschung ist jedoch gut aufgestellt, um diese Herausforderungen anzunehmen und zum Wohl des Hopfenbaus in Bayern und Deutschland zu lösen. Im folgenden Jahresbericht ist die Forschungsaktivität der Hopfenforschung Hüll umfassend dargestellt. Um erfolgreiche Forschung zu gewährleisten, bedarf es jedoch des Engagements, des Fleißes und der Kreativität der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Hüll, Wolnzach und Freising. An dieser Stelle sei Ihnen ein besonderer Dank ausgesprochen.

Dr. Michael Möller
Vorsitzender des Vorstandes
der Gesellschaft für Hopfenforschung

Dr. Peter Doleschel
Leiter des Instituts für
Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen	6
1.1	Laufende Forschungsvorhaben	6
1.2	Forschungsschwerpunkte	25
1.2.1	Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik	25
1.2.2	Forschungsschwerpunkte Pflanzenschutz im Hopfen.....	25
1.2.3	Forschungsschwerpunkte Hopfenqualität und Analytik	26
2	Witterung und Wachstumsverlauf 2017 - Auswirkungen auf produktionstechnische Maßnahmen in der Hallertau.....	29
3	Statistische Daten zur Hopfenproduktion	31
3.1	Anbaudaten	31
3.1.1	Struktur des Hopfenbaus	31
3.2	Ertragssituation im Jahr 2017.....	35
4	Züchtungsforschung Hopfen.....	38
4.1	Kreuzungen 2017	38
4.2	Die neuen Hüller Zuchtsorten - weniger Pflanzenschutz, weniger Dünger – gut für die Umwelt, gut für's Bier.....	38
4.3	Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettnanger	41
4.4	Entwicklung von leistungsstarken, gesunden Hopfen mit hohen Alphasäuregehalten und besonderer Eignung für den Anbau im Elbe-Saale-Gebiet	42
4.5	Forschung und Arbeiten zur <i>Verticillium</i> -Problematik bei Hopfen.....	45
4.6	Meristemkultur zur Erzeugung von gesundem Pflanzgut.....	48
4.7	Etablierung eines Blatt-Testsystems zur Beurteilung der Toleranz von Hopfen gegenüber Falschem Mehltau (<i>Pseudoperonospora humuli</i>)	51
4.8	Präzisionszüchtung für Hopfen	54
5	Hopfenbau, Produktionstechnik.....	58
5.1	N _{min} -Untersuchung 2017	58
5.2	Steigerung der Trocknungsleistung und Qualitätsverbesserung von Hopfen in Bandrockner (ID 5382).....	60
5.3	LfL-Projekte im Rahmen der Produktions- und Qualitätsinitiative.....	63
5.3.1	Jährliche Erhebung, Untersuchung und Auswertung von Qualitätsdaten von Hopfen nach der Ernte	63
5.3.2	Jährliche Erhebung und Untersuchung des Schädlingsbefalls in repräsentativen Hopfengärten in Bayern.....	65
5.3.3	Ringanalysen zur Qualitätssicherung bei der Alphasäurenbestimmung für Hopfenlieferungsverträge.....	65
5.4	Beratungs- und Schulungstätigkeit	66
5.4.1	Informationen in schriftlicher Form.....	66
5.4.2	Internet und Intranet.....	66
5.4.3	Telefonberatung, Ansagedienste	66
5.4.4	Vorträge, Tagungen, Führungen, Schulungen und Versammlungen.....	66
5.4.5	Aus- und Fortbildung	67
6	Pflanzenschutz im Hopfen.....	68

6.1	Schädlinge und Krankheiten des Hopfens	68
6.1.1	Gemeine Spinnmilbe	68
6.1.2	Blattlaus	68
6.1.3	Peronospora.....	70
6.2	Forschung und Arbeiten zur <i>Verticillium</i> -Problematik bei Hopfen.....	71
7	Ökologische Fragen des Hopfenbaus	75
7.1	<i>Metarhizium</i> -Versuch zur Erdflöhbekämpfung, Laipersdorf 2017.....	75
7.2	Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen und integrierten Hopfenbau	78
8	Hopfenqualität und Analytik	80
8.1	Allgemeines.....	80
8.2	Die Craft Brewer Bewegung– eine neue Chance.....	81
8.2.1	Die Aromastoffe gewinnen an Bedeutung	81
8.3	Optimierung der Inhaltsstoffe als Zuchtziel.....	82
8.3.1	Anforderungen der Brauindustrie	82
8.3.2	Alternative Anwendungsmöglichkeiten.....	83
8.4	Welthopfensortiment (Ernte 2016)	85
8.5	Verbesserung der Aromanalytik mit dem neuen Gaschromatographie-Massenspektrometer-System.....	91
8.5.1	Identifizierung von Ölkomponenten	91
8.6	Qualitätssicherung bei der alpha-Säurenanalytik für Hopfenlieferungsverträge.....	93
8.6.1	Ringanalysen zur Ernte 2017	93
8.6.2	Auswertung von Kontrolluntersuchungen	95
8.7	Wöllmer - Analysen der neuen Hüller Zuchtsorten	96
8.8	Anschaffung eines neuen Nahinfrarot-Reflektionspektroskopie-Geräts	100
8.9	Kontrolle der Sortenechtheit im Jahr 2017	100
9	Veröffentlichungen und Fachinformationen	101
9.1	Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit	101
9.2	Veröffentlichungen	101
9.2.1	Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge	101
9.2.2	LfL-Schriften.....	102
9.2.3	Beiträge in Rundfunk und Fernsehen.....	103
9.3	Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen	103
9.3.1	Durchgeführte Seminare, Symposien, Fachtagungen, Workshops.....	103
9.3.2	Durchgeführte interne Veranstaltungen	103
9.3.3	Gutachten und Stellungnahmen	103
9.3.4	Fachinformationen	104
9.3.5	Vorträge.....	104
9.3.6	Führungen	110
9.3.7	Ausstellungen und Poster.....	112
9.4	Mitarbeit in Arbeitsgruppen, Mitgliedschaften.....	113
10	Personal IPZ 5 - Arbeitsbereich Hopfen.....	114

1 Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen

1.1 Laufende Forschungsvorhaben

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

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Finanzierung:	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
Projektleiter:	J. Portner
Bearbeitung:	M. Lutz (bis 2016), R. Obster (ab 2017)
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 es den chemischen Pflanzenschutzmitteleinsatz im Hopfenanbau 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 rund 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 wurden auf einer speziellen App und in Online-Programmen erfasst und zur Auswertung an das JKI übermittelt.

Zur Veranschaulichung der Maßnahmen des integrierten Pflanzenschutzes wurde ein Hoftag für interessierte Hopfenpflanzerinnen und -pflanzer auf dem Betrieb Moser in Geibenstetten durchgeführt. Dort wurde an vier verschiedenen Stationen ein Einblick rund um das Thema Pflanzenschutztechnik gewährt. Zu den diesjährigen Themen zählten unter anderem das kontaminationsvermeidende Befüllen sowie das sachgerechte Reinigen von Pflanzenschutzgeräten, neue Düsenteknik und der Anwenderschutz.



Abb. 1.1: Anwenderschutz

(Fotos: Dr. Peter Doleschel)



Abb. 1.2: Randscharfe Düsen



Abb. 1.3: Vorstellung einer stationären Einspülschleuse (Foto: Johann Portner)

Auch der Bayerische Landwirtschaftsminister Helmut Brunner nahm sich in diesem Jahr Zeit, um im Rahmen seiner regelmäßigen Betriebsbereisungen den Demonstrationsbetrieb von Bartholomäus und Eleonora Obster in Buch bei Aiglsbach zu besichtigen. Vor Ort machte er sich ein genaueres Bild über den Einsatz eines sensorgesteuerten Pflanzenschutzgerätes zur Reihenbehandlung im Hopfen und dessen Pflanzenschutzmitteleinsparungspotenzial von über 50 % gegenüber herkömmlichen Pflanzenschutzgeräten.



Abb. 1.4: Vorführung des sensorgesteuerten Pflanzenschutzgerätes im Hopfen
(Foto: StMELF, Nicolas Armer)

Ergebnisse

Die Beratung und Umsetzung der nicht-chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen waren durchwegs erfolgreich. Die notwendigen chemischen Pflanzenschutzbehandlungen waren ebenfalls ausreichend: Der Hoftag fanden bei den Hopfenpflanzern und in Fachkreisen große Beachtung und war 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.

Verbesserung der Nährstoffeffizienz von Hopfen durch Düngesysteme mit Fertigation (ID 5612)

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. Stampfl, S. Fuß
Kooperation:	Prof. Dr. T. Ebertseder, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf Prof. Dr. F. Wiesler, LUFA Speyer Hopfenbaubetriebe in der Hallertau
Laufzeit:	2017 – 2020

Für ein stabiles Ertragsniveau stellt die Sonderkultur Hopfen hohe Ansprüche an die Wasserversorgung, wobei nicht nur die absolute Wassermenge, sondern auch die zeitliche Verteilung der Niederschläge wichtig ist. Vor diesem Hintergrund kann Bewässerung sowohl in Trockenjahren als auch bei ungleichmäßiger Niederschlagsverteilung zur Ertragsabsicherung sowie Risikominimierung von Bedeutung sein.

Neben Sicherstellung der Wasserversorgung von Pflanzen bieten Bewässerungssysteme auch die Möglichkeit, Pflanzennährstoffe mit dem Wasser auszubringen, wodurch eine exakte Platzierung ermöglicht wird. Diese Form der Düngung wird als Fertigation bezeichnet und kommt in der Landwirtschaft vor allem in sehr trockenen Regionen der Welt zum Einsatz (z. B. Yakima Valley in den USA). Fertigation ermöglicht durch die gezielte Anpassung der Nährstoffversorgung an den Pflanzenbedarf im Verlauf der Vegetation eine optimale Pflanzenernährung und bietet zusätzlich den Vorteil, dass auch Umweltwirkungen wie Nährstoffausträge in andere Ökosysteme (z. B. Grundwasser) minimiert werden können. In der Hallertau wird ein Großteil der Pflanzennährstoffe durch das oberflächige Streuen granulierter Dünger ausgebracht, wobei vor allem unter trockenen Bedingungen die Gefahr besteht, dass diese nicht rechtzeitig zur Wirkung kommen und somit ungenutzt im Boden verbleiben.

Im Rahmen eines Forschungsprojekts an der LfL werden in den kommenden Jahren Versuche im Hopfen zur Bewässerung und Fertigation im Hinblick auf die Stickstoff-Effizienz durchgeführt.

Ziel

- Verbesserung der N-Ausnutzung durch die Ausbringung von Stickstoff über das Bewässerungswasser zum Zeitpunkt größter Aufnahmeraten
- Analyse des Wachstumsverlaufs und der Nährstoffaufnahme aktueller Hopfensorten
- Bedarfsgerechte Stickstoff-Düngung durch standort- und sortenspezifische Anpassung von Zeitpunkt und Höhe der N-Düngung
- Überprüfung und Etablierung von Messmethoden zur Erfassung des aktuellen N-Versorgungszustandes einer Hopfenpflanze
- Anwendung klimatischer Modelle zur standortangepassten Steuerung von Tropfbewässerungssystemen
- Beurteilung des Einflusses der Tropfschlauchpositionierung – Oberirdisch und Unterirdisch



Abb. 1.5: Tröpfchenbewässerung von Hopfen



Abb. 1.6: Düngereinspeisevorrichtung zur Fertigation von Hopfen

Methoden

- Anlage und Durchführung von Düngungs- und Bewässerungsversuchen mit Beerntung an verschiedenen Standorten und Sorten
- Wöchentliche Einspeisung definierter Düngermengen bei Versuchsvarianten mit Fertigation im Zeitraum von Ende Juni bis Ende Juli/August (siehe Abb. 1.7)
- Exakte Ermittlung der Dolden- und Restpflanzen-Trockenmasse zur Ernte
- Analyse der Nährstoffgehalte in Dolden- und Restpflanzenproben und Berechnung der Nährstoffentzüge
- Beurteilung der Stickstoff-Effizienz unterschiedlicher Düngesysteme
- Untersuchung des Nitrat-Gehalts in Blattstielen unterschiedlich gedüngter Parzellen im Jahresverlauf
- SPAD-Meter-Messungen an Blättern zu verschiedenen Terminen und Bezug der Ergebnisse zum Gesamt-N-Gehalt im Blatt

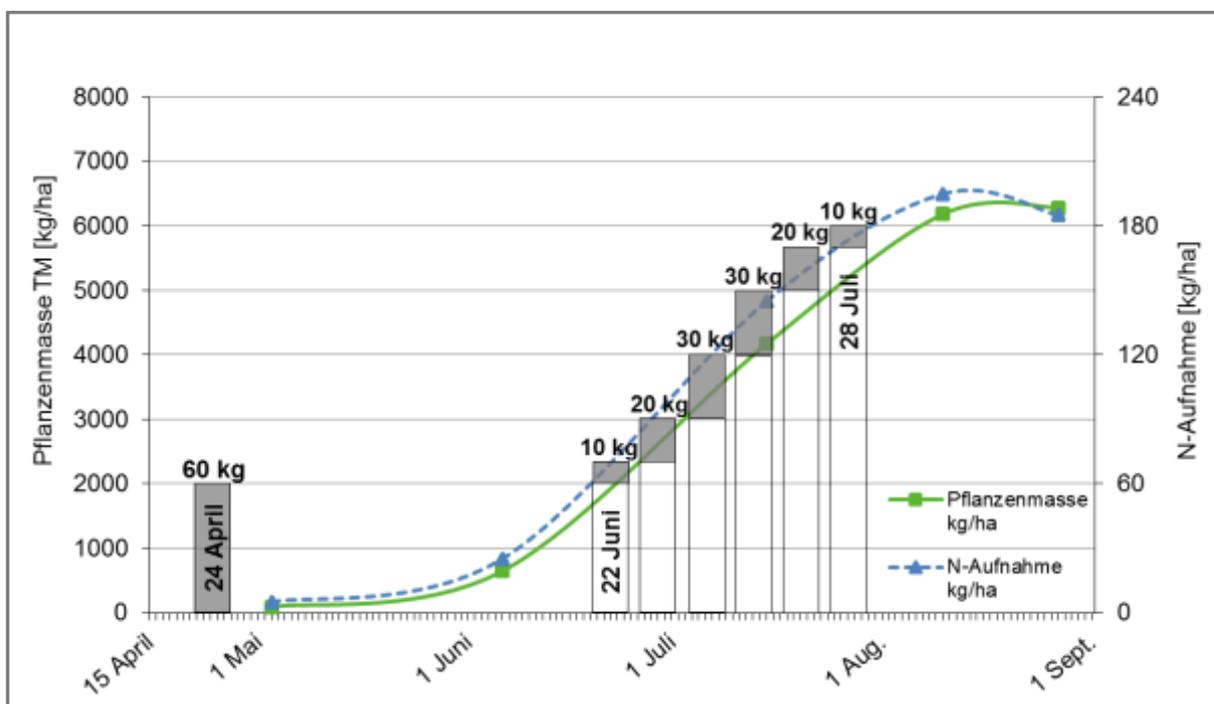


Abb. 1.7: An den Bedarf angepasste N-Düngung (1/3 Gestreut, 2/3 über Fertigation), Biomassebildung und N-Aufnahme vom Hopfen im zeitlichen Verlauf.

Ergebnis

Erste Ergebnisse des Projekts aus dem Jahr 2017 zeigen höhere Doldenerträge und Alpha-säuregehalte im angepassten Düngesystem mit Fertigation. Zudem lag in den Versuchsvarianten mit Fertigation die Restpflanzenmasse höher, woraus sich bei gleichen Stickstoffgehalten eine insgesamt höhere N-Aufnahme ergibt. Dies lässt die Vermutung zu, dass der Ausnutzungsgrad des ausgebrachten N-Düngers bei Fertigation höher liegt, wodurch das N-Verlustpotenzial sowie das Risiko für Belastungen des Grundwassers reduziert werden könnten.

Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettnanger

- 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 Tettnang; Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
Gesellschaft für Hopfenforschung e.V. (2011-2014)
- Projektleitung:** Dr. E. Seigner, A. Lutz
- Bearbeitung:** AG Züchtungsforschung Hopfen: A. Lutz, J. Kneidl, D. Ismann, H. Graßl und Züchtungsteam
AG Hopfenanalytik: Dr. K. Kamhuber, C. Petzina, B. Wyszkon, M. Hainzmaier und S. Weihrauch
- Kooperation:** Hopfenversuchsgut Straß des Landwirtschaftlichen Technologiezentrums (LTZ), Baden-Württemberg: F. Wöllhaf, B. Bohner, G. Bader
- Laufzeit:** 01.05.2011 - 31.12.2019

Ziel

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

Einzelheiten zu Methoden und Ergebnissen unter 4.3.

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:	AG Züchtungsforschung Hopfen: A. Lutz, J. Kneidl, D. Ismann, H. Grebmair und Züchtungsteam AG Hopfenanalytik: Dr. K. Kammhuber, C. Petzina, B. Wyschkon, M. Hainzmaier, S. Weihrauch
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 breiten Widerstandsfähigkeiten, insbesondere gegenüber Stockfäuleerregern, auch unter den speziellen Bedingungen des Anbaugesbietes 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-Anbaugesbiet von einem Pflanzler auf ihre Standorteignung geprüft.

Siehe Details zu Durchführung und Kenntnisstand unter 4.4

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:	AG Züchtungsforschung Hopfen: A. Lutz, J. Kneidl EpiLogic: S. Hasyn
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 Mehltairesistenz geprüft. Von EpiLogic, Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising, werden dazu Mehltairesolate mit allen aktuell bekannten Virulenzgenen für die verschiedenen Arbeiten rund um die Mehltairesistenzzüchtung bereitgestellt.

Beschreibung der Arbeiten

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

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

Details zur Mehltairesistenzzüchtung unter

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

Tab. 1.1: Überblick zur Mehltairesistenztestung 2017 mit Mehltairesolaten definierter Virulenz

2017	Testung im Gewächshaus		Blatt-Test im Labor EpiLogic	
	Pflanzen	Boniturdaten	Pflanzen	Boniturdaten
Sämlinge aus 91 Kreuzungen	ca. 100.000 bei Massenselektion		-	-
Zuchtstämme	112	369	112	689
Sorten	25	104	6	30
Wildhopfen	1	3	1	8
Virulenzen Mehltairesolate	-	-	13	635
Gesamt (Einzeltestungen)	138	476	132	1 362

Massenselektion in Pflanzschalen; Einzeltestungen = Selektion als Einzelpflanzen in Töpfen

In der Saison 2017 waren die Mehltairesistenztestung im Gewächshaus und auch der Blatttest bei EpiLogic durch das Auftreten eines super-virulenten Mehltairesstamms stark behindert. Der Mehltairesstamm, der im Gewächshaus in Hüll in einer Nebenkabine zur eigentlichen Mehltairesprüfungsabteilung erstmals am 20.02. auf einer Wye Target-Pflanze festgestellt wurde, breitete sich unheimlich schnell im Gewächshaus aus und führte zum frühzeitigen Abbruch des Mehltairesistenzscreenings, weil alle zur Testung aufgestellten Pflanzen von Mehltair befallen wurden.

Die von EpiLogic durchgeführte Virulenzanalyse des Mehлтаustamms bestätigte die Gefährlichkeit dieses Isolats mit acht verschiedenen Virulenzen, das auch alle auf den Resistenzen R2- bzw. R18-basierenden Sorten und Zuchtstämme befallen kann. Durch den gezielten Einsatz von Fungiziden konnte jedoch die Infektion vollends gestoppt werden, die auch im Laufe des Sommers nicht mehr aufflammte.

Forschung und Arbeiten zur Verticillium-Problematik bei Hopfen

Die Bekämpfung der *Verticillium*-Welke in deutschen Hopfenanbaugebieten ist eine langfristige Aufgabe. Forschung und Beratung der LfL sind von zentraler Bedeutung, um die Hopfenpflanzer im Kampf gegen *Verticillium* zu unterstützen.

Forschung und Arbeiten zum molekularen Nachweis von Verticillium in Hopfen und Erzeugung von gesundem Hopfen über Meristemkultur

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung,
AG Züchtungsforschung Hopfen und (IPZ 5c)
- Finanzierung:** Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
- Projektleitung:** Dr. E. Seigner (bis Okt. 2015 Dr. S. Seefelder)
- Bearbeitung:** AG Züchtungsforschung Hopfen: P. Hager, R. Enders, A. Lutz ,
J. Kneidl
- Kooperation:** AG Pflanzenschutz im Hopfenbau: S. Euringer
Dr. S. Radišek, Slovenian Institute of Hop Research and Brewing,
Slowenien
- Laufzeit:** seit 2008 – 30.05.2020
- Details zu diesen Arbeiten unter 0 und 4.6.

Sanierung Verticillium-infizierter Böden und Selektion von Zuchtmaterial auf Verticillium-Toleranz

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung,
AG Pflanzenschutz im Hopfenbau (IPZ 5b)
- Finanzierung:** Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH) e.V.
Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
- Projektleitung:** N.N., Dr. E. Seigner, A. Lutz, S. Fuss, S. Euringer
- Bearbeitung:** S. Euringer, IPZ 5 b
- Kooperation:** AG Züchtungsforschung Hopfen: A. Lutz, J. Kneidl
AG Hopfenbau/Produktionstechnik: S. Fuss
Dr. S. Radišek, Slovenian Institute of Hop Research and Brewing,
Slowenien
- Laufzeit:** 01.06.2017 – 30.05.2020

Weitere Informationen unter 6.2.

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 2017

Ziel

Die Hopfenproduktion in Deutschland wird seit einigen Jahren durch zwei gefährliche Viroide, das Hop stunt viroid (HpSVd) und das Citrus Viroid IV (CVd IV) bedroht. Diese sehr leicht zu verschleppenden und nicht bekämpfbaren Viroide können hohe wirtschaftliche Verluste verursachen. Das seit 2008 laufende und seit 2011 von der Wissenschaftlichen Station für Brauerei in München e.V. finanziell geförderte deutschlandweite Viroidmonitoring der LfL leistet einen wesentlichen Beitrag zur Prävention und Sicherung der Hopfenproduktion in Deutschland: Es ermöglicht, Erstbefall zu erkennen, primäre Befallsherde zu tilgen und eine flächenmäßige Verbreitung der gefürchteten Pathogene zu verhindern.

Im Rahmen dieses Projektes wurden auch Hopfen aus der Meristemkultur auf Viren und Viroide untersucht, um eine erfolgreiche Pathogeneliminierung zu bestätigen. Des Weiteren wurden auch Hopfen aus neuen Forschungsansätzen zur Pathogenfreimachung getestet.

Methode

Die Proben stammten aus verschiedenen Anbauregionen Deutschlands von Praxisflächen wie auch von den Züchtungsgärten der LfL und einem Vermehrungsbetrieb der GfH. Wegen der hohen Kosten für die Testung erfolgte das Monitoring nicht flächendeckend, sondern nur stichprobenartig an repräsentativen und wichtigen Standorten. Bevorzugt wurden dabei Pflanzen mit verdächtigem Erscheinungsbild ausgewählt. Zudem wurden ausländische Sorten sowie unter Quarantänebedingungen gehaltene Pflanzen aus dem Ausland, die für die EU-Sortenregisterprüfung in Hüll vorgesehen sind, getestet.

Die Untersuchungen der Proben auf HpSVd und CVd IV erfolgten über RT(Reverse Transkriptase)-PCR. 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.

Tab. 1.2: Getestete Viroide bei Monitoringproben

Viroid deutsche Bezeichnung	Viroid englische Bezeichnung	Abkürzung	Nachweismethode
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)

Tab. 1.3: Getestete Viren und Viroide bei Pflänzchen aus der Meristemkultur

Virus/Viroid - deutsche Bezeichnung	Virus/Viroid - englische Bezeichnung	Abkürzung	Nachweismethode
Latentes Hopfen-Viroid	Hop latent viroid	HpLVd	RT-PCR ²
Latentes Hopfenvirus	Hop latent virus	HpLV	RT-PCR ²
Latentes Amerikani- sches Hopfen- Carlavirus	American hop latent carlavirus	AHpLV	RT-PCR ²
Apfelmosaik-Illarvirus	Apple mosaic ilarvirus	ApMV	DAS-ELISA* RT-PCR ²
Hopfenmosaik- Carlavirus	Hop mosaic carlavirus	HpMV	DAS-ELISA* RT-PCR ²

² Primer für HpLVd, HpLV, AHpLV, HpMV gemäß Eastwell & Nelson 2007 bzw. für ApMV gemäß Menzel et al. 2003; Primer für Interne Kontrolle gemäß Seigner et al. 2014

* DAS-ELISA unter Verwendung kommerziell erhältlicher, polyklonaler Antikörper; Seigner et al. 2014

Zur Überprüfung einer erfolgreichen Virus-Eliminierung wurden die Hopfen nach der Meristemkultur auf (AHpLV, ApMV, HpLV, HpMV) und HpLVd untersucht, nicht aber auf HpSVd und CVd IV, da beide bislang in Deutschland noch nicht verbreitet sind. HpLVd kommt in nahezu allen Hopfen vor; deshalb erfolgte die Testung auf HpLVd stellvertretend für Viroide, um die Wirksamkeit der verwendeten Technikvarianten zur Viroideliminierung zu prüfen.

Auf die Testung von Arabis mosaic virus (ArMV) wurde verzichtet, da die Ergebnisse der Vorjahre zeigten, dass ArMV in Deutschland keine Relevanz besitzt.

Ergebnis

An den 2017 insgesamt 350 untersuchten Hopfenproben wurden beide Viroide nicht nachgewiesen. Seit 2008 wurden annähernd 2600 Proben auf HpSVd getestet und seit 2013 annähernd 1150 Proben auf CVd IV. Die 2010 an einem Standort gefundenen neun Fälle mit HpSVd-Befall sind die bislang einzigen positiven Befunde; der damalige Befallsherd wurde getilgt.

Die Viroidgefahr ist jedoch aufgrund der weltweiten Befallssituation, des Imports sowie innergemeinschaftlichen Verbringens von Pflanzgut aus Befallsgebieten und fehlender Quarantäneregulierung weiterhin überaus groß. Möglicherweise sind in dem relativ groben Monitoringraster bereits vorhandene Befallsnester noch nicht detektiert worden.

Das massive Interesse der deutschen Hopfenpflanzer am Import und Anbau von Flavorhopfen aus den USA als HpSVd-Befallsland erhöht darüber hinaus das Einschleppungsrisiko beträchtlich. Unsere HpSVd-Funde im Sommer 2016 an verschiedenen aus den USA importierten und danach in Spanien kultivierten Sorten unterstreichen die Problematik. Das Monitoring auf HpSVd und CVd IV ist demnach auch künftig konsequent und möglichst engmaschig fortzusetzen.

Mit der Zielsetzung den Virus- bzw. Viroid-freien Status nach der Meristemkultur zu bestätigen, wurden aus der Gewebekultur kommende Pflänzchen vor der Verpflanzung in Erde auf die verschiedenen Pathogene untersucht. Im Rahmen dieses Projektes wurden auch Hopfen aus neuen Ansätzen zur Virus- bzw. Viroid-Freimachung geprüft.

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.

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.

Dank

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

Präzisionszüchtung für Hopfen

Phase 1: Optimierung der Hopfenzüchtung mit Genom- und Metabolitenanalyse

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
Förderkennzeichen:	A/15/20
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. Kammhuber, C. Petzina, B. Wyschkon, M. Hainzmaier und S. Weihrauch
AG Genom-orientierte Züchtungsmethodik (IPZ 1d), Prof. Dr. V. Mohler
AG Züchtungsforschung Hafer und Weizen (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

Phase 2: Genombasierte Präzisionszüchtung für zukunftsweisende Qualitätshopfen

Träger: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Finanzierung: Förderung aus Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank

Förderkennzeichen: Landwirtschaftlichen Rentenbank: 837 150
(BLE Aktenzeichen: 28RZ4IP025)

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. Kammhuber, 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. T. Albrecht

Verbundpartner: Universität Hohenheim, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften, FG Ertragsphysiologie der Sonderkulturen: Dr. M. H. Hagemann, Prof. Dr. J. Wünsche
Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik: Prof. Dr. G. Weber em.
Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.: W. König
Hopfenverwertungsgenossenschaft HVG e.G.: Dr. E. Lehmailr

Laufzeit: 01.08.2017 - 31.07.2020

Phase 3: Genombasierte Selektion neuer Hochalphasorten in Kooperation mit der Hopfen- und Brauwirtschaft

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
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. Kammhuber, 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. T. Albrecht
Verbundpartner:	Universität Hohenheim, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften, FG Ertragsphysiologie der Sonderkulturen: Dr. M. H. Hagemann, Prof. Dr. J. Wünsche Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik: Prof. Dr. G. Weber em. Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.: W. König Hopfenverwertungsgenossenschaft HVG e.G.: Dr. E. Lehmailr
Laufzeit:	ab 2019

Ziel

Mit der Präzisionszüchtung soll der deutschen Hopfenzüchtung ein innovatives Werkzeug bereitgestellt werden, das den traditionellen Selektionsvorgang ergänzt. In Kombination mit dieser neuen genombasierten Technik können neue hochwertige und robuste Sorten der Hopfen- und Brauwirtschaft schneller und effizienter zur Verfügung gestellt werden.

Siehe Details zu Durchführung und Kenntnisstand unter 4.8

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)
Förderkennzeichen:	R444
Projektleitung:	Dr. E. Seigner, A. Lutz
Bearbeitung:	AG Züchtungsforschung: A. Lutz, J. Kneidl, E. Seigner und Züchtungsteam AG Züchtungsforschung Hafer und Weizen (IPZ 2c), Dr. T. Albrecht
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 Mehlttauresistenztestung im Gewächshaus und im Labor unter Nutzung des Blatt-Testsystems ist es möglich, auch für Einzelindividuen einer Kartierungspopulation aussagekräftige Einschätzungen zu bekommen. Diese phänotypischen Daten werden nachfolgend zusammen mit den genetischen Daten aus dem Projekt „Präzisionszüchtung für Hopfen“ verrechnet, um eine vorläufige QTL- (quantitative trait loci) Kartierung für verschiedene Mehlttau-Resistenzgene zu entwickeln.

Methode

- Mehlttauresistenz-Prüfsystem im Gewächshaus
- Blatt-Testsystem im Labor von EpiLogic (siehe Seigner et al., 2002)
- QTL-Verrechnung der Resistenzdaten mit den SNP-Daten

Ergebnis

Im Frühjahr 2016 wurden 300 F1-Individuen einer speziellen Kartierungspopulation im Gewächshaus mit Mehlttauisolaten definierter Virulenzen auf ihre Resistenz hin untersucht. Die Blätter von Sämlingen, die im Gewächshaus keine Mehlttauinfectionen zeigten, wurden mit zwei speziellen Mehlttaustämmen über das Blatt-Testsystem von EpiLogic differenziert. Zur Verifizierung der bisherigen Bonituren wurden 2017 einhundertdreiundvierzig F1-Hopfen nochmals im Gewächshaus und bei EpiLogic dem Mehlttauresistenzscreening unterzogen. Durch das Auftreten eines super-virulenten Mehlttaustamms im Gewächshaus in Hüll, der alle auf R2- bzw. R18-beruhenden Resistenzen in der Kartierpopulation brechen konnte, waren alle Ergebnisse nicht verwertbar. Dieser Mehlttauausbruch in Hüll, der nur über Fungizideinsatz gestoppt werden konnte, behinderte auch massiv die Blatttestung bei EpiLogic, sodass nur relativ wenige aussagekräftige Resistenzeinschätzungen zur F1-Population in der Test-saison 2018 verifiziert werden konnten.

Mit der QTL-Verrechnung der Mehlttauresistenzdaten konnte bislang nicht begonnen werden, weil sich die Bereitstellung der genetischen (SNP) Daten für die Kartierungspopulation durch das Max-Planck-Institut stark verzögert.

Referenz

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

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, M. Felsl, M. Mühlbauer, S. Wolf
Kooperation:	Naturland-Hof Loibl, Schweinbach; Agrolitix GmbH, Erlangen
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. Auch auf europäischer Ebene wird der Wirkstoff sehr kritisch beurteilt und seine Verfügbarkeit im Pflanzenschutz (Listung auf Annex I) wird derzeit nur ‚häppchenweise‘ von Jahr zu Jahr verlängert, aktuell bis Ende Januar 2019. Ökobetriebe praktisch aller Kulturen können zum derzeitigen Stand allerdings immer noch nicht auf den Wirkstoff Kupfer verzichten. Zunächst wurde in einem vierjährigen, über das Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖLN) installierten Versuchsprogramm von 2010 bis 2013 überprüft, wie weit die Kupfermengen im Hopfen pro Saison reduziert werden können, ohne den Ertrag und die Qualität des Erntegutes zu verschlechtern.

Die im Hopfen 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 dieses Nachfolgeprojekt zur Aufgabe gestellt, die (als Durchschnittswert, der in einem Fünf-Jahres-Zeitraum erzielbar ist) mittlerweile erreichten 3,0 kg Cu/ha/Jahr kritisch zu prüfen und, soweit möglich, eine weitergehende Reduzierung des Kupfereinsatzes zu untersuchen. Die Ergebnisse aus 2016 haben dabei allerdings demonstriert, dass in Extremjahren die erlaubte Kupfermenge zur Bekämpfung der Peronospora ausnahmsweise höher liegen sollte als 3 kg/ha, wozu die Etablierung eines fünfjährigen ‚Kupferkontos‘ (15 kg/ha in 5 Jahren) für jeden Betrieb als ‚Hoftorbilanz‘ über alle Sorten essentiell wäre.

Ergebnis

Im Versuchsjahr 2017 wurden erneut 12 Varianten angelegt, die zwei Kupfermittel (Funguran progress als zugelassenes Mittel und CuCaps als Prüfmittel) in verschiedenen Aufwandmengen und mit unterschiedlichen Mischpartnern als Synergisten umfassten. Leider war aber auch 2017 zum dritten Mal in Folge kein normales Peronospora-Jahr, sondern wie 2015 erneut ein Jahr praktisch ohne Befall. Unter 12.000 bonitierten Hopfendolden aus diesem Garten zeigte genau eine Peronosporabefall! Als Ergebnis aus diesem Versuchsjahr bleibt somit vorwiegend die Tatsache, dass weder die neuartigen HopCaps (mikroverkapselter Hopfenextrakt) noch irgendwelche anderen Mischpartner in Kombination mit Kupfer irgendwelche Probleme bei der Applikation durch Verklumpung bereiteten.

Entwicklung von Methoden zur Bekämpfung des Hopfen-Erdflohs *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, M. Felsl, M. Mühlbauer, J. Weiher, S. Wolf
Kooperation:	Wageningen University & Research, NL; Julius-Kühn-Institut, Institut für Biologischen Pflanzenschutz, Darmstadt
Laufzeit:	01.03.2015-30.06.2018

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 Praxis-methode 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 dritten Versuchsjahr wurden erneut die erfolgversprechendsten mechanischen Methoden geprüft. Auch 2017 zeigte, dass der Fang über Gelbschalen die effektivste Fangmethode darzustellen scheint. Als Lockstoffe wurden diesmal R⁺-Limonen, Linalool und 1S- β -Pinen getestet. Dabei zeigte das Linalool als erster volatiler Stoff überhaupt teilweise signifikant höhere Fangzahlen gegenüber der unbehandelten Kontrolle und scheint demnach eine gewisse Lockwirkung auf Erdflöhe auszuüben. Noch erstaunlichere Ergebnisse als 2016 lieferte die quantitative Ermittlung des Schlupfes der neuen Erdflöhgeneration im Hochsommer über Photoelektroden: Nach Hochrechnung lag die ‚Jahresproduktion‘ an Erdflöhen im Versuchsgarten 2017 – diesmal Laipersdorf in Hersbruck – bei 6 Millionen Tieren pro Hektar bzw. 3.000 Erdflöhen pro Hopfenstock (siehe auch Punkt 7.1).

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-Erdflohs zu identifizieren, um es für eine gezielte, effektive Anlockung des Schädlings einzusetzen. Dazu wurden Anfang Mai 2017 erneut etwa 6.000 Erdflöhe eingefangen und in die Niederlande transportiert. In den Labors in Wageningen liefen danach weiterhin zahlreiche – noch nicht komplett ausgewertete – 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, wurde 2017 im Versuchsgarten Schweinbach erstmals zur Prüfung ins Freiland gegangen. Das Hopfenforschungszentrum in Hüll hat diese ‚HopCaps‘ zudem erstmals 2017 im Semi-Freiland hinsichtlich ihrer biologischen Wirksamkeit untersucht – mangels Befalls aber leider ohne Ergebnis. Diese Versuche werden 2018 wiederholt und es wird eine Spritzempfehlung für die Öko-Hopfenbauern erarbeitet.

Weiterentwicklung kulturspezifischer Strategien für den ökologischen Pflanzenschutz mit Hilfe von Sparten-Netzwerken – Sparte Hopfen

Träger:	Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft (BÖLW e.V.) und Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenökologie (IPZ 5e)
Finanzierung:	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) über Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN-Projekt 2815OE095)
Projektleitung:	Dr. F. Weihrauch
Bearbeitung:	Dr. F. Weihrauch
Kooperation:	Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft (BÖLW e.V.)
Laufzeit:	15.08.2017-14.08.2020

Vorgehensweise und Ziel

Das gesamte Forschungsvorhaben hat den Aufbau von sechs Kulturnetzwerken (Ackerbau, Gemüse, Hopfen, Kartoffel, Obst und Weinbau) zum Thema Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau zum Ziel, wobei jeweils Spartenkoordinatoren als zentrale Ansprechpartner dienen. Die Gesamtkoordination liegt in den Händen des BÖLW, die Sparte Hopfen wird von IPZ 5e in Hüll koordiniert.

Zu den Aufgaben des Koordinators gehört der Aufbau des Kulturnetzwerks als eine stabile Gruppe von Praxisbetrieben, die Beratung von Betrieben, die an einer Umstellung interessiert sind, die Erfassung relevanter Fragestellungen zur Pflanzengesundheit in der jeweiligen Kultur, die Erfassung und Verbreitung von Innovationen und Forschungsbedarf sowie die Formulierung von Pflanzengesundheits-Strategien für jede Kultur. Innerhalb des Netzwerkes Öko-Hopfen erfolgt die Kommunikation vorwiegend über zwei bis drei Treffen der Akteure pro Jahr, darunter einem speziellen Workshop für alle Betriebe. Der Austausch zwischen den Kulturnetzwerken und der Gesamtkoordination erfolgt über einen Workshop pro Jahr.

Hauptziel soll sein, eher Managementstrategien zu verfolgen und sich weniger auf die Inputs phytomedizinisch wirksamer Substanzen in das Kultursystem zu verlassen. Die Erwartungen von BLE bzw. BMEL als Auftraggeber sind in den Bereichen Fortschritte und Innovationen angesiedelt, d.h. idealerweise die Entwicklung neue Management- bzw. Anbausysteme und ein schlüssiges Arbeitsprogramm als Ergebnis des Gesamtprojektes.

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

Ein weiterer Schritt in der Optimierung der Hopfentrocknung ist die Berücksichtigung des unterschiedlichen Trocknungsverhaltens der Sorten. Voraussetzung dafür ist, dass eine gleichmäßige Luft- und Temperaturverteilung über die gesamte Trocknungsfläche garantiert ist.

Methode

In Praxisdarren wurden die Temperaturverhältnisse im Luftverteilterraum, zwischen den Hor-den und über der Aufschütthorde mit Data-Loggern dokumentiert. Über die aufgezeichneten Temperaturen und Luftfeuchten kann die absolute Feuchte der Trocknungsluft berechnet werden. Dadurch kann festgestellt werden, wieviel Wasser durch die Trocknungsluft aus den unterschiedlichen Lagen während der Trocknung abtransportiert wird.

Ergebnis

Durch eine graphische Aufbereitung der absoluten Feuchte der Trocknungsluft konnte das unterschiedliche Trocknungsverhalten der Sorten sehr gut aufgezeigt werden. Dabei wird deutlich, dass vor allem bei Aromasorten bei zu hohen Trocknungstemperaturen im ersten Trocknungsabschnitt das freiwerdende Wasser zu langsam aus der obersten Lage abtransportiert und der Hopfen mit deutlich höheren Wassergehalten in die Mittelhorde gekippt wird als bei Bitterhopfen.

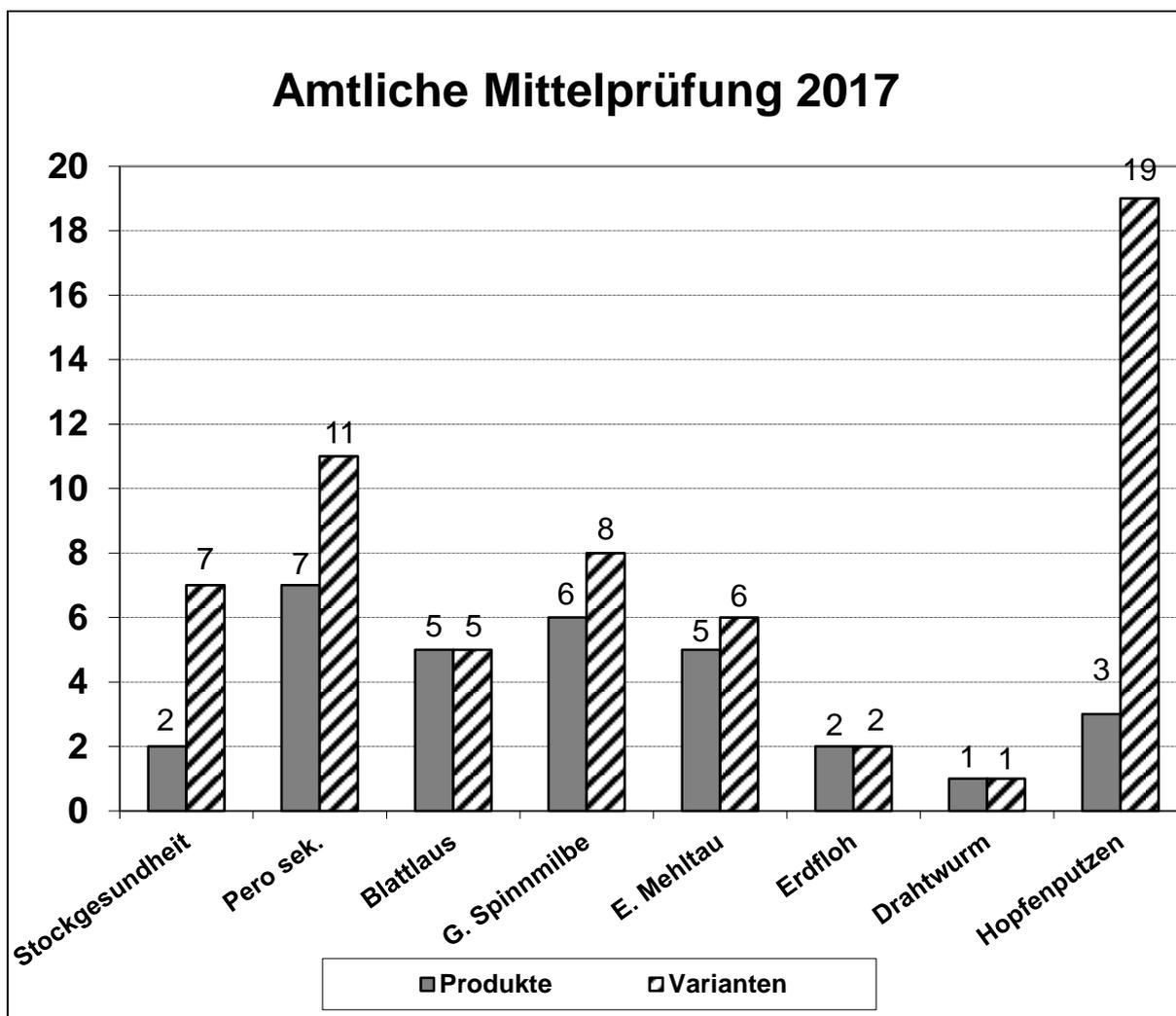
1.2.2 Forschungsschwerpunkte Pflanzenschutz im Hopfen

Pflanzenschutzmittelversuche 2017 für die Zulassung bzw. Genehmigung und für Beratungsunterlagen

Leitung: W. Sichelstiel (bis 22.10.2017)

F. Weihrauch (ab 23.10.2017 kommissarisch)

Bearbeitung: S. Wolf, A. Baumgartner, M. Felsl, G. Meyr, M. Mühlbauer, J. Weiher



In der Amtlichen Mittelprüfung wurden im Versuchsjahr 2017 insgesamt 53 Produkte in 97 Varianten getestet. Als Versuchsfläche wurden dazu 208 Parzellen (6,7 ha) ausgewiesen.

1.2.3 Forschungsschwerpunkte Hopfenqualität und Analytik

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

Projektleitung: Dr. K. Kammhuber

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

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

Laufzeit: Daueraufgabe

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

Siehe Projekte Arbeitsgruppe IPZ 5c Züchtungsforschung Hopfen.

Aufbau und Optimierung der Aromaanalytik mit Hilfe der Gaschromatographie-Massenspektroskopie

- Projektleitung:** 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. Ziele dieses Projektes sind die Sortenbestimmung zu verfeinern und 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

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

Seit dem Jahr 2000 wurde von Hüll und den Laboratorien der Hopfenverarbeitungsfirmen eine NIRS-Kalibrierung für den α -Säuregehalt basierend auf HPLC-Daten 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.

Seit dem Frühjahr 2017 hat das Labor ein neues Gerät, für das momentan eine Kalibrierung entwickelt wird.

Entwicklung von Analysemethoden für die Hopfenpolyphenole

Projektleitung:	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

Projektleitung:	Dr. K. Kammhuber
Kooperation:	AG Heil- und Gewürzpflanzen, IPZ 3d
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. Im Jahr 2017 standen keine Analysen an.

2 Witterung und Wachstumsverlauf 2017 - Auswirkungen auf produktionstechnische Maßnahmen in der Hallertau

LD Johann Portner, Dipl.-Ing. agr.

Das Hopfenjahr 2017 war von starken Gegensätzen bei der Witterung und im Wachstumsverlauf geprägt.

Auf einen sehr kalten und niederschlagsarmen Januar, wo erstmalig nach drei Jahren wieder eindringender Bodenfrost gemessen werden konnte, folgte ein warmes Frühjahr. Die warmen Temperaturen und trockene Bodenverhältnisse begünstigten den Austrieb und die notwendigen Schneide- und Pflegemaßnahmen des Hopfens. Ein abrupter Wetterumschwung Mitte April mit nass-kalter Witterung und einigen Frosttagen führte zum Wachstumsstillstand und sogar zum Absterben einzelner Triebe. Tief und spät geschnittene Bestände zeigen stark verzögerten Austrieb. Dagegen konnte auf etwas früher und höher geschnittenen Beständen und auf leicht erwärmbaren Böden am 22. April mit dem Anleiten begonnen werden. In dieser kalten Witterungsphase wurde an 6 Tagen eine Minimumtemperatur von unter 0 °C (z. B. 21. April -3,6 °C Temp.) gemessen. Das Ausputzen und Anleiten zog sich deshalb auf ungünstigen Standorten bis Mitte Mai hin.

Danach stellte sich eine trocken-heiße Witterungsphase ein, die bis zum Juli anhielt. Die hohen Temperaturen Ende Mai führten zu erstem Trockenstress bei Neuanpflanzungen, so dass vielfach Bewässerungsmaßnahmen notwendig waren. Der Krankheitsdruck war aufgrund der zuerst kühlen und nachfolgend trocken-heißen Witterung gering. Der erste Warndienstaufruf zur Bekämpfung der Peronospora-Sekundärinfektion erfolgte erst nach Beginn der Blüte am 11. Juli. Mit der warmen Witterung in der zweiten Maihälfte setzte der Blattlauszuflug in Form der Aphisfliegen ein und auch beim Befall mit der Gemeinen Spinnmilbe wurde die Bekämpfungsschwelle in den ersten Hopfengärten bereits Ende Mai überschritten. In der Folgezeit bereitete die Spinnmilbe den Pflanzern auf vielen Flächen zum Teil erhebliche Probleme. Bedingt durch den hohen Ausgangsbefall vor der ersten Akarizidbehandlung musste oftmals eine Nachbehandlung durchgeführt werden. Erste Symptome der gefürchteten Verticilliumwelke traten in der letzten Junidekade auf. Insgesamt war es aber nur ein unterdurchschnittliches Verticilliumjahr.

Mit zunehmender Trockenheit im Verlauf des Julis hatten sich insbesondere auf schweren, tonigen Böden oder leichten Standorten mit unzureichender Wasserversorgung viele Bestände schwach entwickelt. Der Blühbeginn war 2017 ca. 1 Woche verfrüht. Auf diesen Standorten reagierte der Hopfen in Folge des Trockenstress trotz ausreichender Niederschläge im August mit niedrigen Erträgen. Auf besseren Standorten konnten die Hopfen die günstigen Witterungsbedingungen im August noch in überdurchschnittliche Erträge umsetzen. Lediglich die Alphasäurebildung blieb hinter den Erwartungen zurück. Der Erntebeginn war dieses Jahr in der letzten Augustwoche und somit gegenüber den Vorjahren etwas früher. Trotz einzelner Hagel- und Sturmschäden hielten sich die Unwetterschäden in Grenzen und waren nicht großräumig. Die einsetzenden Niederschläge ab Ende Juli förderten die Entwicklung des Peronosporapilzes, so dass im August noch 3 Spritzaufrufe für alle Sorten notwendig wurden. Der Befall mit Echten Mehltau dagegen war gegenüber dem Vorjahr weniger stark verbreitet.

Witterungsdaten (Monatsmittelwerte bzw. Monatssummen) vom Jahre 2017 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	2017	-5,7	-10,3	-1,3	92,5	35,7	13,0	57,8
	Ø 10-j.	0,2	-3,1	3,6	89,8	63,8	15,4	50,1
	50-j.	-2,4	-5,1	1,0	85,7	51,7	13,7	44,5
Februar	2017	2,4	-0,9	6,8	90,1	32,6	7,0	76,1
	Ø 10-j.	0,4	-3,6	5,0	86,0	42,4	12,8	81,2
	50-j.	-1,2	-5,1	2,9	82,8	48,4	12,8	68,7
März	2017	6,9	1,5	12,6	81,5	38,0	13,0	167,8
	Ø 10-j.	4,5	-0,5	10,4	79,6	48,1	12,2	149,8
	50-j.	2,7	-2,3	8,2	78,8	43,5	11,3	134,4
April	2017	12,9	2,3	12,9	78,8	99,8	11,0	158,5
	Ø 10-j.	9,6	3,0	16,4	73,1	45,7	10,0	207,4
	50-j.	7,4	1,8	13,3	75,9	55,9	12,4	165,0
Mai	2017	14,2	7,8	20,9	77,0	87,0	12,0	266,2
	Ø 10-j.	13,5	7,6	19,5	74,9	111,1	15,9	205,1
	50-j.	11,9	5,7	17,8	75,1	86,1	14,0	207,4
Juni	2017	18,7	11,1	25,4	69,9	58,9	12,0	280,6
	Ø 10-j.	16,8	10,9	23,0	76,1	111,6	15,1	213,1
	50-j.	15,3	8,9	21,2	75,6	106,1	14,2	220,0
Juli	2017	18,8	12,4	25,4	76,5	78,0	15,0	219,7
	Ø 10-j.	18,6	12,2	25,5	75,5	111,6	14,0	243,6
	50-j.	16,9	10,6	23,1	76,3	108,4	13,9	240,3
August	2017	18,6	12,5	25,3	82,2	96,8	13,0	235,6
	Ø 10-j.	17,8	11,5	25,1	79,3	101,0	12,6	234,8
	50-j.	16,0	10,2	22,5	79,4	94,9	13,3	218,4
September	2017	11,8	7,0	17,6	88,9	70,2	14,0	127,5
	Ø 10-j.	13,5	8,0	20,1	84,3	65,4	11,1	161,3
	50-j.	12,8	7,4	19,4	81,5	65,9	11,4	174,5
Oktober	2017	9,8	5,4	15,6	90,4	68,6	16,0	122,4
	Ø 10-j.	8,4	4,0	13,9	89,0	50,3	10,5	109,3
	50-j.	7,5	2,8	13,0	84,8	60,0	10,4	112,9
November	2017	4,0	1,5	7,3	95,1	52,7	16,0	29,2
	Ø 10-j.	4,2	0,9	8,2	91,5	61,0	11,2	63,9
	50-j.	3,2	-0,2	6,4	87,5	58,8	12,6	42,8
Dezember	2017	1,4	-1,1	3,9	94,0	66,6	20,0	28,0
	Ø 10-j.	0,8	-2,2	4,1	91,3	59,2	14,5	45,8
	50-j.	-0,9	-4,4	1,6	88,1	49,1	13,3	34,3
Ø Jahr	2017	9,5	4,1	14,4	84,7	784,9	162,0	1769,4
	10 – jähriges Mittel	9,0	4,0	14,6	82,5	871,2	155,3	1765,5
	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 2007 bis einschließlich 2016

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	2005	1 611	10,66
1980	5 716	3,14	2010	1 435	12,81
1985	5 044	3,89	2015	1 172	15,23
1990	4 183	5,35	2016	1 154	16,12
1995	3 122	7,01	2017	1 132	17,26
2000	2 197	8,47			

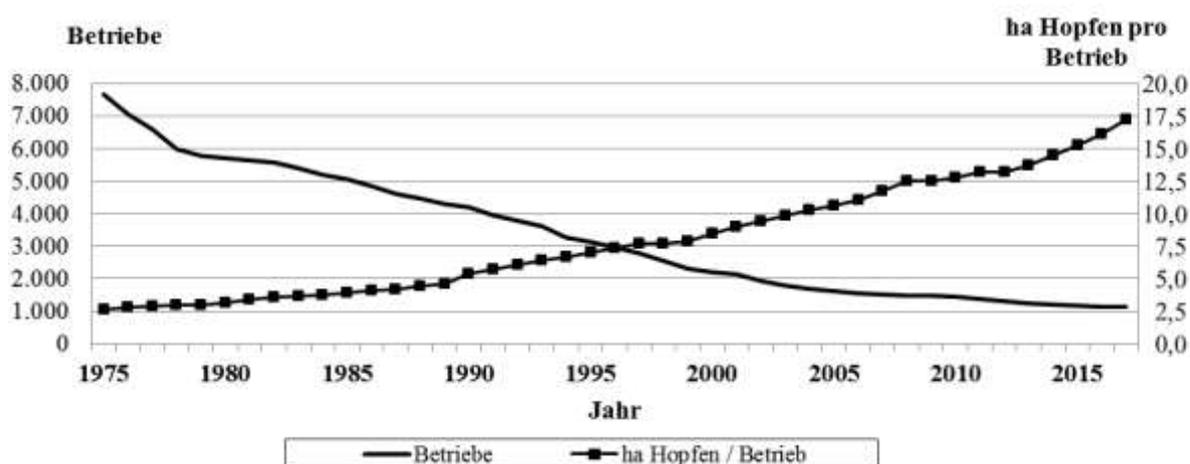


Abb. 3.1: Zahl der Hopfenbaubetriebe und deren Hopfenfläche in Deutschland

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

Tab.: Anbaugebiet	Hopfenanbauflächen				Hopfenbaubetriebe				Hopfenfläche je Betrieb in ha	
	in ha		Zunahme + / Abnahme - 2017 zu 2016		2016	2017	Zunahme + / Abnahme - 2017 zu 2016		2016	2017
	2016	2017	ha	%			Betriebe	%		
Hallertau	15 510	16 310	800	5,2	931	912	- 19	- 2,0	16,66	17,88
Spalt	376	391	15	4,0	55	55	± 0	± 0	6,83	7,11
Tettngang	1 282	1 353	72	5,6	135	133	- 2	- 1,5	9,49	10,18
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	22	22	0	± 0	2	2	± 0	± 0	11,00	11,00
Elbe-Saale	1 409	1 466	57	4,0	31	30	- 1	- 3,2	45,44	48,86
Deutschland	18 598	19 543	945	5,1	1 154	1 132	- 22	- 1,9	16,12	17,26

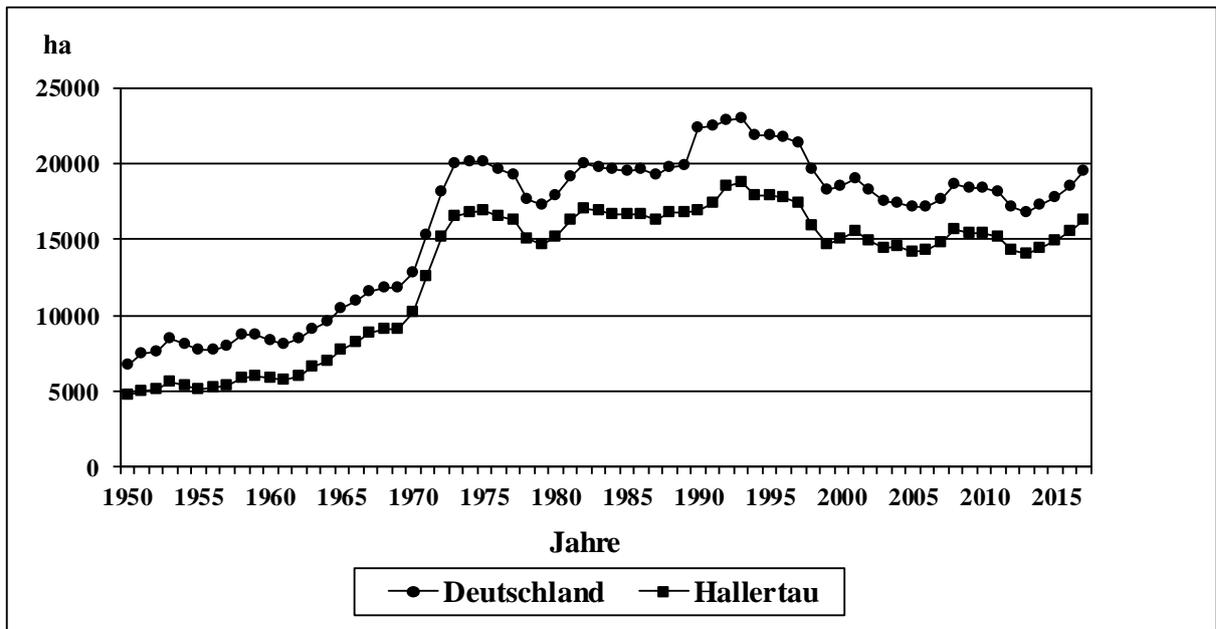


Abb. 3.2: Hopfenanbauflächen in Deutschland und in der Hallertau

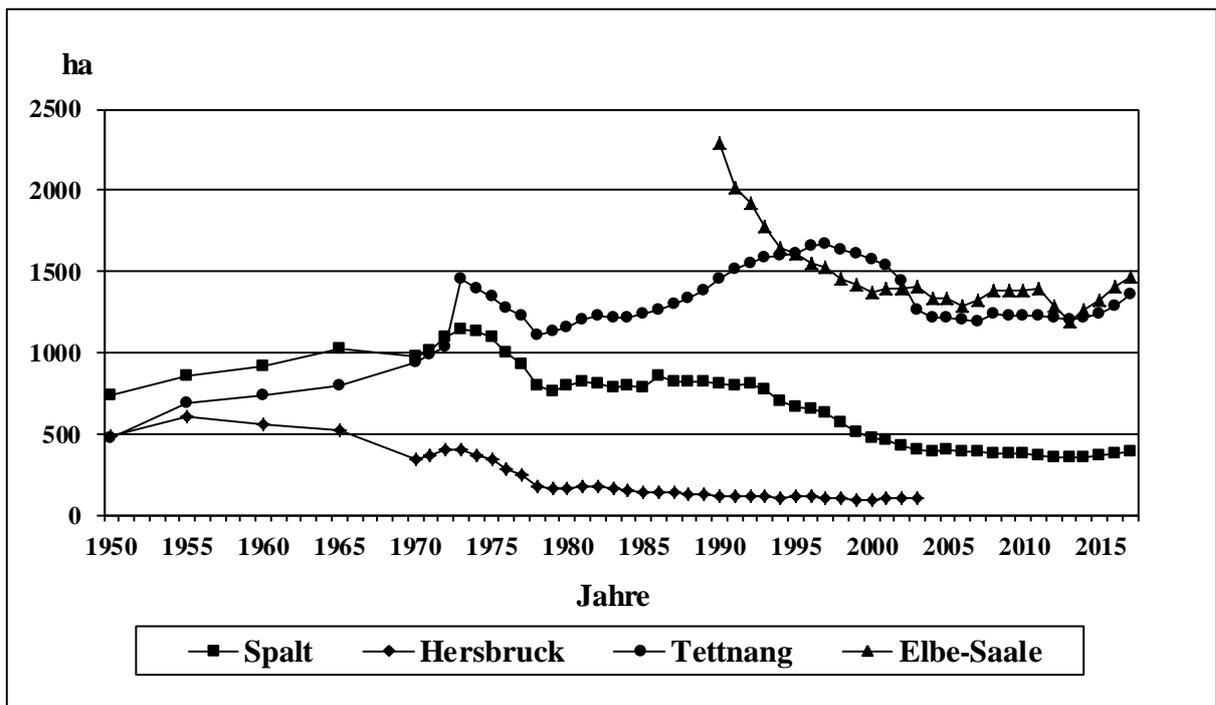


Abb. 3.3: Hopfenanbauflächen in den Gebieten Spalt, Hersbruck, Tettwang und Elbe-Saale

Das Anbaugebiet Hersbruck gehört seit 2004 zur Hallertau.

Hopfensorten

Die Hopfenanbaufläche stieg 2017 mit 945 ha erneut kräftig an und beträgt 19 543 ha in Deutschland.

Während traditionelle Aromasorten wie Hallertauer Mittelfrüher, Hersbrucker Spät, Perle und Hall. Tradition in der Fläche abnahmen, konnten die neueren Aromasorten Saphir, Opal und Smaragd sowie die Spezialsorten Saazer, Tettninger und Spalter Flächenzuwächse verzeichnen. Ebenfalls zugenommen hat die Anbaufläche der Sorte Northern Brewer, die neuerdings als Aromasorte eingestuft wird. Insgesamt ging der Anteil der Aromasorten um 166 ha oder 3,5 % zurück.

Die Bitterhopfenfläche hat um 677 ha deutlich zugenommen und nimmt einen Anteil von 43,3 % ein. Trotzdem sind bei allen älteren Sorten Flächenrückgänge zu verzeichnen. Insbesondere Hallertauer Magnum (- 185 ha) und Hallertauer Taurus (- 73 ha) haben Flächen zugunsten von Herkules (+914 ha) und Polaris (+ 68 ha) eingebüßt. Damit ist Herkules mit Abstand die größte Hopfensorte in Deutschland und nimmt mit 29,7 % schon bald ein Drittel der Anbaufläche ein.

Im Segment der Flavor-Sorten ist mit Amarillo (Abk.: V1) eine neue Sorte hinzugekommen, die im Vertragsanbau für den amerikanischen Craft-Bier Markt auf 280 ha produziert wird. Auch bei den anderen Flavor-Sorten gab es Flächenausweitungen, so dass die Gesamtfläche in diesem Segment mit 433 ha um ein Drittel zugenommen hat und jetzt bei 6,3 % liegt.

Tab. 3.3: Aromasorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2017

Aromasorten

Anbaugbiet	Anbaufläche gesamt	HA	SP	TE	HE	PE	SE	HT	SR	OL	SD	SA	NB	Sonst.	Aromasorten	
															ha	%
Hallertau	16 310	539			910	2 653	437	2 592	416	138	62	8	162	11	7 929	48,6
Spalt	391	36	121		5	25	81	32	19	1	1			3	325,93	83,3
Tettngang	1 353	147		747	0	56	9	50	37	1	17				1 064	78,6
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	22	1				8		4							14	60,8
Elbe-Saale	1 466					222	4	25				129	138		519	35,4
Deutschland	19 543	723	121	747	916	2 966	532	2 704	473	141	80	137	300	14	9 852	50,4
Sortenanteil (in %)		3,7	0,6	3,8	4,7	15,2	2,7	13,8	2,4	0,7	0,4	0,7	1,5	0,1		

Sortenveränderungen in Deutschland

2016 (in ha)	18 598	733	119	732	940	3 093	534	2 827	450	140	62	113	266	10	10 018	53,9
2017 (in ha)	19 543	723	121	747	916	2 966	532	2 704	473	141	80	137	300	14	9 852	50,4
Veränderung (in ha)	945	-10	2	15	-24	-127	-2	-123	23	1	18	24	34	4	-166	-3,5

Tab. 3.4: Bitter- und Hochalphasorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2017

Bitter- und Hochalphasorten

Anbaugebiet	BG	NU	TA	HM	TU	MR	HS	PA	Sonst.	Bittersorten	
										ha	%
Hallertau	16	119		1 387	270	14	5 406	95	33	7 340	45,0
Spalt				3		3	37		2	45	11,5
Tett nang					0		208	5	3	217	16,0
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz			0	3			5			8	34,7
Elbe-Saale		12		618	14		141	73	1	859	58,6
Deutschland	16	131	0	2 011	284	17	5 797	174	39	8 468	43,3
Sortenanteil (in %)	0,1	0,7	0,0	10,3	1,5	0,1	29,7	0,9	0,2		

Sortenveränderung in Deutschland

2016 (in ha)	17	152	0	2 196	357	21	4 884	106	59	7 791	41,9
2017 (in ha)	16	131	0	2 011	284	17	5 797	174	39	8 468	43,3
Veränderung (in ha)	-2	-21	0	-185	-73	-4	914	68	-20	677	1,4

Tab. 3.5: Flavorsorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2017

Flavor-Sorten

Anbaugebiet	VI	CI	AN	CA	HC	HN	MB	MN	CO	Flavor-Sorten	
										ha	%
Hallertau	250	58	50	67	143	128	310	28	8	1 042	6,4
Spalt		1	4	5	3	4	3			20	5,2
Tett nang	7	9	7	5	13	13	14	4		72	5,3
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz				1						1	4,5
Elbe-Saale	24	5		9	11	11	28			87	6,0
Deutschland	280	73	61	86	170	157	356	31	8	1 223	6,3
Sortenanteil (in %)	1,4	0,4	0,3	0,4	0,9	0,8	1,8	0,2	0,0		

Sortenveränderung in Deutschland

2016 (in ha)	0	31	21	76	154	134	346	20	7	790	4,2
2017 (in ha)	280	73	61	86	170	157	356	31	8	1 223	6,3
Veränderung (in ha)	280	41	41	10	16	24	9	11	1	433	2,0

3.2 Ertragssituation im Jahr 2017

Die Hopfenernte 2017 in Deutschland betrug 41 556 250 kg (= 831 125 Ztr.) und fiel trotz deutlicher Flächenausdehnung (945 ha) wegen des heißen und trockenen Frühsommers etwas niedriger aus als im Rekorderntejahr 2016 (42 766 090 kg bzw. 855 322 Ztr.). Die Erntemenge liegt damit um 1 209 840 kg (= 24 199 Ztr.) unter dem Vorjahresergebnis; dies bedeutet eine Minderung um 2,8 %.

Mit 2 126 kg Hektarertrag bezogen auf die Gesamtfläche fällt die Erntemenge noch überdurchschnittlich aus, wenn auch 7,5 % unter dem Vorjahreswert.

Die Alphasäuregehalte lagen 2017 deutlich unter den guten Werten von 2016 und meist auch unter den langjährigen Durchschnittswerten. Insbesondere die Hochalphasorte Herkules enttäuschte mit einem durchschnittlichen Alphasäuregehalt von 15,5 % oder 1,2 Prozentpunkten unter dem langjährigen Mittel. Insgesamt dürfte die produzierte Alphasäuremenge in Deutschland bei 4 265 t liegen; das sind rund 500 t oder gut 10 % weniger als im vergangenen Jahr.

Tab. 3.6: Erntemengen und Hektarerträge von Hopfen in Deutschland

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Ertrag kg/ha bzw. (Ztr./ha)	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.)	2 126 kg (42,5 Ztr.)
Anbaufläche in ha	17 124	16 849	17 308	17 855	18 598	19 543
Gesamternte in kg bzw. 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.	41 556 250 kg = 831 125 Ztr.

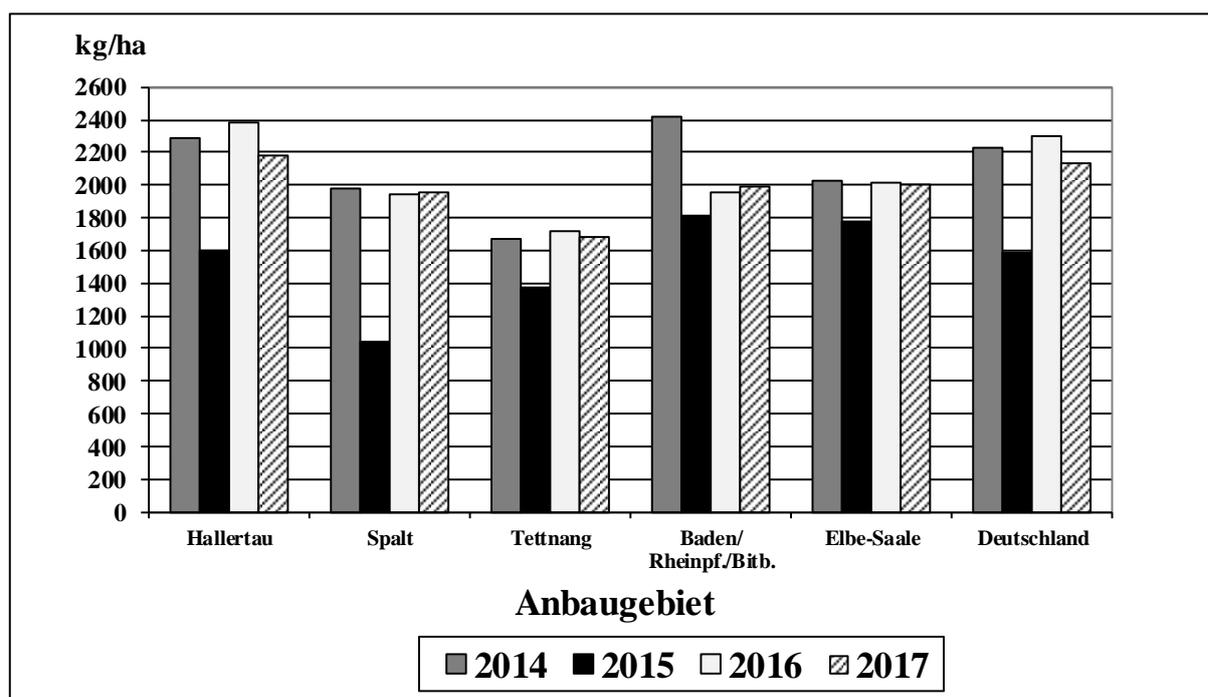


Abb. 3.4: Durchschnittserträge der einzelnen Anbauggebiete in kg/ha

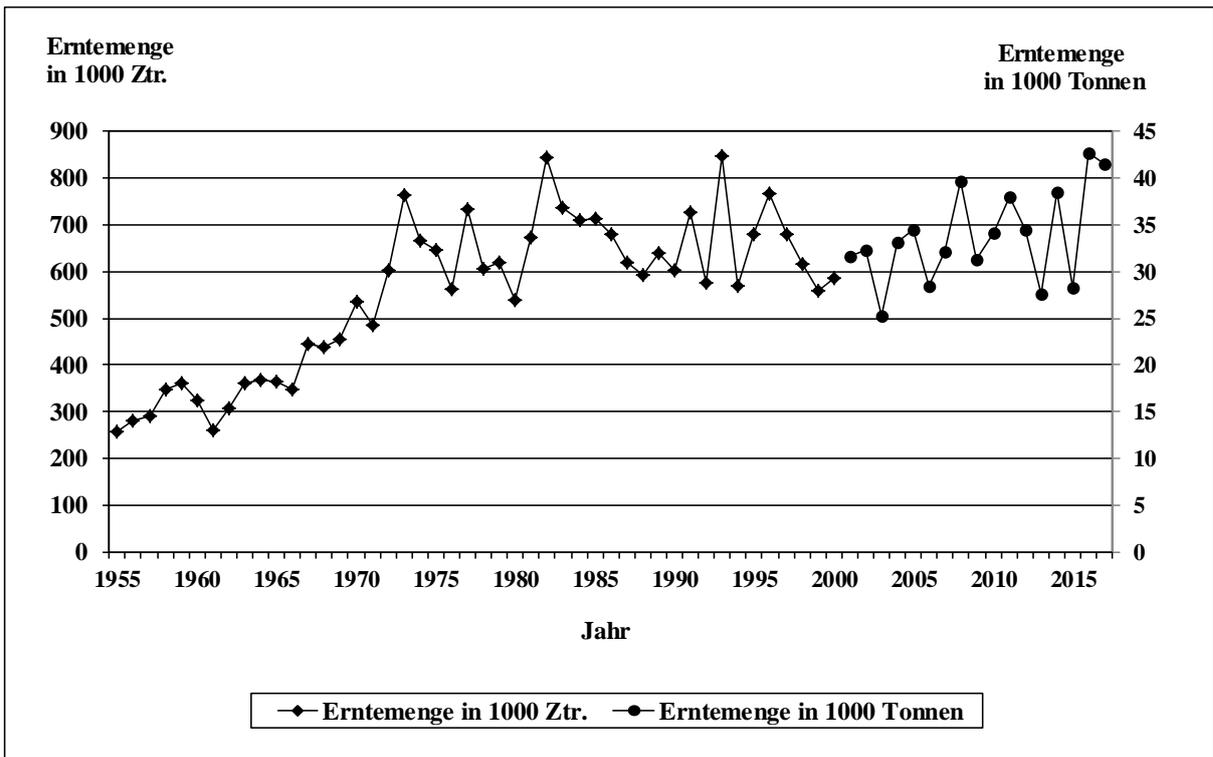


Abb. 3.5: Erntemengen in Deutschland

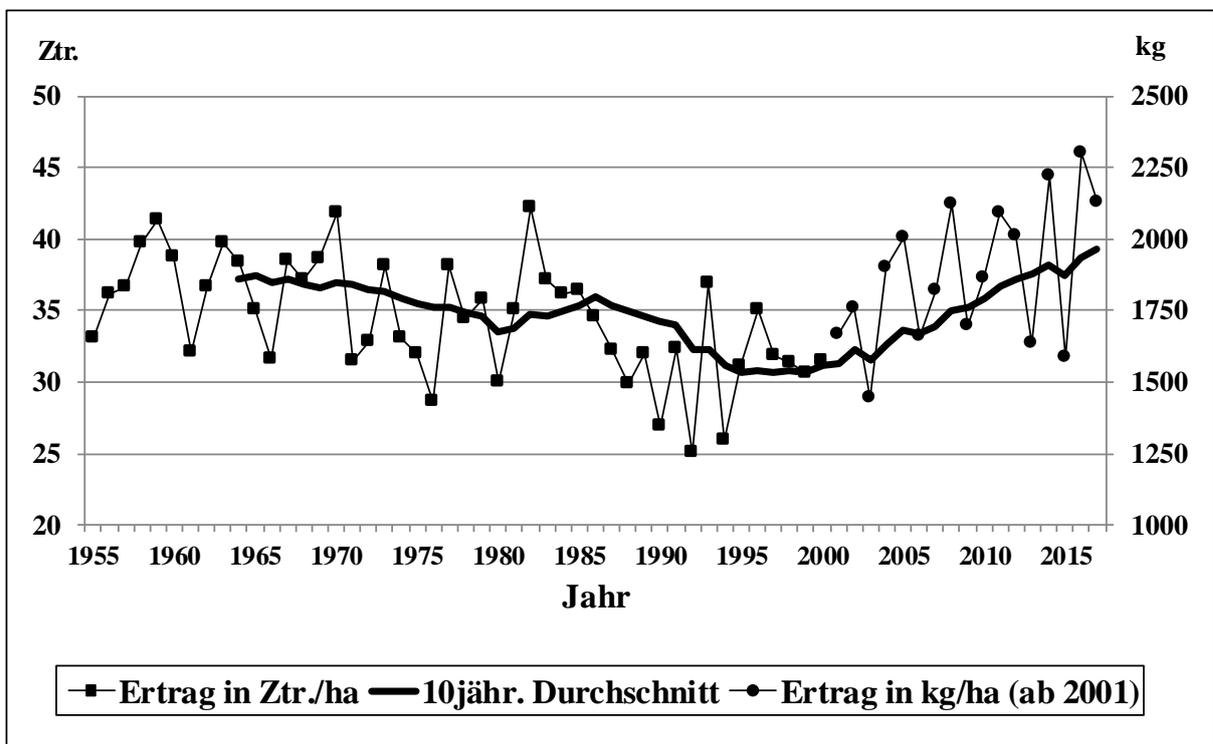


Abb. 3.6: Durchschnittsertrag (Ztr. bzw. kg/ha) in Deutschland

Tab. 3.7: Hektar-Erträge in den deutschen Anbaugebieten

Anbaugebiet	Erträge in kg/ha Gesamtfläche								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Hallertau	1 706	1 893	2 151	2 090	1 638	2 293	1 601	2 383	2 179
Spalt	1 691	1 625	1 759	1 383	1 428	1 980	1 038	1 942	1 949
Tett nang	1 320	1 315	1 460	1 323	1 184	1 673	1 370	1 712	1 677
Bad. Rheinpf./ Bitburg	1 937	1 839	2 202	2 353	1 953	2 421	1 815	1 957	1 990
Elbe-Saale	1 920	1 931	2 071	1 983	2 116	2 030	1 777	2 020	2 005
Ø Ertrag je ha									
Deutschland	1 697 kg	1 862 kg	2 091 kg	2 013 kg	1 635 kg	2 224 kg	1 587 kg	2 299 kg	2 126 kg
Gesamternte Deutschland (t bzw. Ztr.)	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	41 556 t 831 125
Anbaufläche Deutschland (ha)	18 473	18 386	18 228	17 124	16 849	17 308	17 855	18 598	19 543

Tab. 3.8: Alpha-Säurenwerte der einzelnen Hopfensorten

Anbaugebiet/Sorte	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Ø 5 Jahre	Ø 10 Jahre
Hallertau Hallertauer	4,4	4,2	3,8	5,0	4,6	3,3	4,0	2,7	4,3	3,5	3,6	4,0
Hallertau Hersbrucker	2,9	3,4	3,5	4,5	3,0	1,9	2,1	2,3	2,8	2,3	2,3	2,9
Hallertau Hall. Saphir	5,1	4,5	4,5	5,3	4,4	2,6	3,9	2,5	4,0	3,0	3,2	4,0
Hallertau Opal	9,4	9,0	8,6	9,7	9,0	5,7	7,3	5,9	7,8	7,2	6,8	8,0
Hallertau Smaragd	6,7	6,4	7,4	8,0	6,0	4,3	4,7	5,5	6,2	4,5	5,0	6,0
Hallertau Perle	8,5	9,2	7,5	9,6	8,1	5,4	8,0	4,5	8,2	6,9	6,6	7,6
Hallertau Spalter Select	5,4	5,7	5,7	6,4	5,1	3,3	4,7	3,2	5,2	4,6	4,2	4,9
Hallertau Hall. Tradition	7,5	6,8	6,5	7,1	6,7	5,0	5,8	4,7	6,4	5,7	5,5	6,2
Hallertau Mand. Bavaria					8,8	7,4	7,3	7,0	8,7	7,3	7,5	
Hallertau Hall. Blanc					9,6	7,8	9,0	7,8	9,7	9,0	8,7	
Hallertau Huell Melon					7,3	5,3	5,4	5,8	6,8	6,2	5,9	
Hallertau North. Brewer	10,5	10,4	9,7	10,9	9,9	6,6	9,7	5,4	10,5	7,8	8,0	9,1
Hallertau Polaris					20,0	18,6	19,5	17,7	21,3	19,6	19,3	
Hallertau Hall. Magnum	15,7	14,6	13,3	14,9	14,3	12,6	13,0	12,6	14,3	12,6	13,0	13,8
Hallertau Nugget	12,0	12,8	11,5	13,0	12,2	9,3	9,9	9,2	12,9	10,8	10,4	11,4
Hallertau Hall. Taurus	17,9	17,1	16,3	17,4	17,0	15,9	17,4	12,9	17,6	15,9	15,9	16,5
Hallertau Herkules	17,3	17,3	16,1	17,2	17,1	16,5	17,5	15,1	17,3	15,5	16,4	16,7
Tett nang Tett nanger	4,2	4,2	4,0	5,1	4,3	2,6	4,1	2,1	3,8	3,6	3,2	3,8
Tett nang Hallertauer	4,7	4,5	4,2	5,1	4,7	3,3	4,6	2,9	4,4	4,3	3,9	4,3
Spalt Spalter	4,1	4,4	3,7	4,8	4,1	2,8	3,4	2,2	4,3	3,2	3,2	3,7
Elbe-S. Hall. Magnum	12,2	13,7	13,1	13,7	14,1	12,6	11,6	10,4	13,7	12,6	12,2	12,8

Quelle: Arbeitsgruppe Hopfenanalyse (AHA)

4 Züchtungsforschung Hopfen

RDin Dr. Elisabeth Seigner, Dipl.-Biol

Durch die Züchtungsarbeiten am Hopfenforschungszentrum Hüll sollen moderne, leistungsstarke Sorten entwickelt werden, die den Anforderungen der Brau- und Hopfenwirtschaft entsprechen. Drei Zielsetzungen prägen diese Arbeiten:

- Die Entwicklung klassischer Aromasorten mit hopfentypischen, feinen Aromaausprägungen,
- die Schaffung robuster, leistungsstarker Hochalphasorten sowie
- seit 2006 die Züchtung von Spezialaromasorten (Special Flavor-Hopfen) mit einzigartigen, fruchtig-blumigen Aromaprofilen.

Biotechnologische und genomanalytische Techniken begleiten seit Jahren die klassischen Züchtungsschritte.

4.1 Kreuzungen 2017

Im Jahr 2017 wurden insgesamt 95 Kreuzungen durchgeführt.

4.2 Die neuen Hüller Zuchtsorten - weniger Pflanzenschutz, weniger Dünger – gut für die Umwelt, gut für's Bier

Leitung:	A. Lutz, Dr. E. Seigner
Bearbeitung:	A. Lutz, J. Kneidl, S. Seefelder, E. Seigner, Team IPZ 5c
Kooperation:	Dr. K. Kammhuber, Team IPZ 5d Beratungsgremium der GfH Forschungsbrauerei Weihenstephan, Technische Universität München-Weihenstephan, Lehrstuhl für Getränke- und Brautechnologie 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

Mit aktuell fünf Spezialaromasorten und einem vielversprechenden Zuchtstamm im sog. Special Flavor-Bereich, die seit 2006 entwickelt worden sind, wurde den deutschen Hopfenpflanzern schnell der Zugang zum Craft-Biermarkt geöffnet. Zugleich haben wir unsere Anstrengungen bei der Entwicklung von marktgerechten klassischen Aromasorten und leistungsfähigen, robusten Hochalphasorten fortgesetzt. Im fein hopfen-würzigen Aromabereich wurden die Züchtungsaktivitäten seit 2011 sogar intensiviert. In unserem Züchtungsprojekt zur Verbesserung der Landsorte Tettninger werden erfolgsversprechende Stämme mit feinem Tettninger Aromaprofil (siehe 4.3) umfassend geprüft, auch gemeinsam mit dem Hopfenversuchsgut Straß des Landwirtschaftlichen Technologiezentrums (LTZ), Baden-Württemberg.

Die Arbeiten zur Entwicklung robuster, leistungsfähiger Hochalphasorten wurden 2016 mit dem Beginn unseres Hochalphazüchtungsprojektes in Kooperation mit dem Hopfenpflanzerverband Elbe-Saale (siehe 4.4) verstärkt.

Die Anteile der oben ausgeführten Züchtungsrichtungen in unserer Züchtungsarbeit spiegeln in etwa die aktuelle Anbausituation in Deutschland wider (Abb. 4.1). Dabei zeigt sich ein kleiner Vorsprung im Anbau von klassischen Aromasorten gegenüber Hochalphasorten. Mit 6,3 % der Gesamtfläche ist der Flächenanteil der Spezialaromasorten beachtlich. Die US-Pflanzer konzentrieren sich mit Spezialaroma-/Dualsorten, die auf 78 % der gesamten US-Hopfenfläche (22.920 ha) angebaut werden, voll auf den Craftbeersektor. Während die Anbauflächen von Hochalphasorten in den letzten sieben Jahren von über 70 % auf 22 % reduziert wurde. Siehe Details unter https://www.usahops.org/img/blog_pdf/104.pdf.

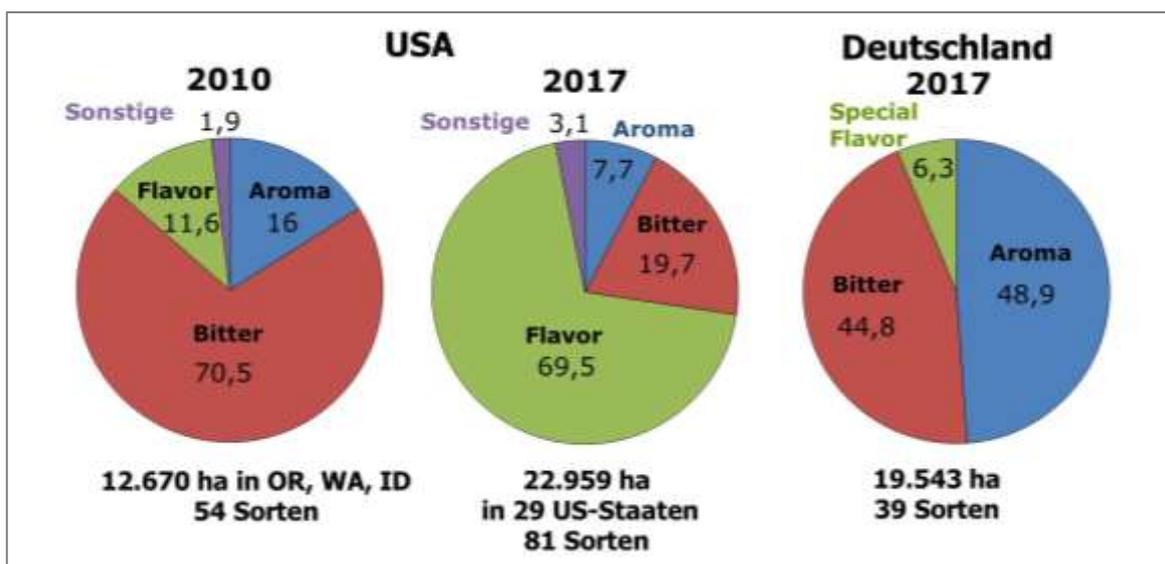


Abb. 4.1: Veränderungen in den Anbauflächen von Aroma-, Bitter- und Flavor-Hopfen in den USA zwischen 2010 und 2017 sowie die Anbausituation in Deutschland im Jahr 2017. Angaben in % der Gesamtanbaufläche; Zusatzinformationen zu Gesamtanbaufläche, Hauptanbaustaaten (WA = Washington, OR = Oregon, ID = Idaho) sowie Anzahl der angebauten Sorten lt. I.H.G.C.-Sortenliste.

Neben den Inhaltsstoffen und damit der Brauqualität wird bei den Hüller Neuzüchtungen besonders auf gesteigerte Widerstandsfähigkeiten gegenüber den wichtigsten Krankheiten und Schädlingen Wert gelegt. Aufgrund breiter Resistenzen und Toleranzen brauchen diese Hopfen deutlich weniger Pflanzenschutzmittel und liefern dennoch gesunde Dolden mit besser Brauqualität.

Des Weiteren wird konsequent daran gearbeitet, neue Sorten zu entwickeln, die mit entscheidend weniger Dünger auskommen und dennoch hohe und zugleich stabile Erträge bringen. Seit Jahrzehnten werden deutlich reduzierte Stickstoffmengen im Zuchtgarten ausgebracht und somit Zuchtstämme mit optimierter Stickstoffeffizienz selektiert. Bei Herkules und den Hüller Special Flavor-Sorten ist dies statistisch belegt. Diese Niedrigstickstoffstrategie entlastet nicht nur die Umwelt, sie führt auch zu niedrigen Nitratgehalten in den Hopfendolden, die den Einsatz selbst größerer Mengen an Hopfen wie zum Beispiel bei der Trockenhopfung unbedenklich machen. Auch die durch den Verticilliumpilz ausgelöste Welkeproblematik kann durch geringere Stickstoffgaben entschärft werden.



Abb. 4.2: Am Anfang der Sämlingsanzucht steht die Mehlttauresistenztestung im Hüller Gewächshaus



Abb. 4.3: Nur mehlttauresistente Sämlinge ohne Blattbefall werden anschließend pikiert und als Einzelpflanzen weiterkultiviert in Vorbereitung auf die nachfolgende Peronospora-Prüfung

Selektion in Kooperation mit der Hopfen- und Brauwirtschaft

Wie bereits mehrmals berichtet, wurde seit 2014 der Züchtungsprozess durch noch engere Kooperation mit der Hopfen- und Brauwirtschaft entscheidend effektiviert. In einem 4-stufigen Auswahlverfahren gemeinsam mit allen an der Wertschöpfungskette beteiligten Kreisen – mit Pflanzern, Händlern und Brauern - werden vielversprechende Zuchtstämme bonitiert. Bei der Begutachtung der Stämme im Hinblick auf eine mögliche Sortenzulassung werden die Zielvorgaben Ertrag und Brauqualität gleichrangig mit Umwelt- und Ressourcenschonung bewertet. Die beiden 2016 von der GfH zum Anbau freigegebenen Sorten Ariana und Callista wurden bereits in enger Zusammenarbeit mit der Hopfen- und Brauwirtschaft dem in Abb. 4.4 dargestellten Prozess folgend entwickelt.



Abb. 4.4: Vierstufiger Selektionsprozess in enger Kooperation mit der Hopfen- und Brauwirtschaft

Aktuell stehen zwei ältere Zuchtstämme mit sehr feiner Aromausprägung (Noble Hops) und ein neuer Special Flavor-Zuchtstamm mit einer starken Grapefruitnote im Großflächenversuchsanbau. Weiterführende und individuelle Brauversuche bestätigten deren Aromapotenzial im jeweiligen Sektor.

Standardisierte Brauversuche

Die Beurteilung der Brauqualität von Spezialaromastämmen wird bereits seit 2015 basierend auf einem standardisierten Brauversuchsprotokoll durchgeführt. Nun wurde im Herbst 2017 vom Expertengremium der GfH auch ein Protokoll für standardisierte Brauversuche zur Beurteilung der Bitterqualität von Hochalphastämmen erarbeitet.

Für Aromasorten mit klassischem Aromaprofil wird demnächst die standardisierte Vorgehensweise bei den Brauversuchen festgelegt.

Damit stehen letztlich für alle oben genannten Zuchtrichtungen aussagekräftige Brauversuche nach einer standardisierten Vorgehensweise zur Verfügung. Für die Hopfen- und Brauwirtschaft ergeben sich so komplett nachvollziehbare Aussagen zur Brauqualität der getesteten Aroma-, Spezialaroma- und Hochalphastämme und damit ideale Vorkenntnisse zur Braueignung der neuen Hopfensorte bei einer möglichen Markteinführung.

4.3 Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettninger

Ziel

Zielsetzung dieses Züchtungsprogrammes ist es, die Landsorte Tettninger in ihrem Ertragspotenzial und ihrer Pilzresistenz deutlich zu verbessern. Zugleich soll jedoch die Aromausprägung der Neuzüchtungen möglichst dem ursprünglichen Tettninger entsprechen. Durch eine bessere Klimaanpassung soll das Problem der Frühblüte im Zusammenhang mit den höheren Temperaturen gelöst werden. Außerdem wird von einer modernen Sorte optimierte Nährstoffeffizienz verlangt, die im Kontext der neuen Düngeverordnung von größter Bedeutung ist.

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.

Durch minimalen Pflanzenschutzmitteleinsatz und reduzierte Stickstoffgaben bei den Anbauprüfungen (Sämlings- und Stammesprüfung) in unseren Zuchtgärten wird seit Jahren schon auf die robustesten, widerstandsfähigsten und nährstoffeffizientesten Hopfen hin selektiert.

Ergebnis

Sämlingsprüfung

Seit 2010 wurden 29 gezielte Kreuzungen durchgeführt und über 1.100 weibliche Sämlinge, auf Resistenz und Wüchsigkeit vorselektiert, im Zuchtgarten in Hüll ausgepflanzt und über drei Jahre geprüft.

Aufgrund guter agronomischer Leistungsmerkmale, Resistenzen/Toleranzen und ansprechender Inhaltsstoffe wurden bislang insgesamt 11 aussichtsreiche Kandidaten für die Stammesprüfungen ausgewählt.

Stammesprüfung

In der Saison 2015 standen die ersten beiden Stämme aus diesem Tettninger Züchtungsprogramm an zwei Standorten in der Hallertau und ab 2016 auch auf dem Versuchsgut Straß in Tettning im Versuchsanbau. 2016 folgten sieben weitere Stämme, die in dieser 4-jährigen Prüfphase unter verschiedenen Boden- und Witterungsbedingungen ihr Potenzial zeigen können. Aussagen zu Wüchsigkeit, Ertrag, Resistenzen, Inhaltsstoffen und Aroma werden so sehr viel zuverlässiger. In der vergangenen Saison 2017 kamen zwei neue Stämme in diese entscheidende Anbautestung.

Ausblick

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

4.4 Entwicklung von leistungsstarken, gesunden Hopfen mit hohem 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 Stockfäuleerregern auszeichnen. Außerdem wird von einer modernen Sorte gefordert, dass sie aufgrund optimierter Nährstoffeffizienz selbst bei reduzierten Stickstoffgaben höchste Erträge liefert. Letztlich sollen konkurrenzfähige neue Sorten zur Zulassung gebracht werden, die die Wettbewerbsfähigkeit der Elbe-Saale-Hopfenbauregion auf dem Weltmarkt langfristig sichern.

Durchführung

• Kreuzungsteil

Die LfL stellt für dieses Kreuzungsprogramm aus dem eigenen Zuchtmaterial Stämme und Sorten zur Verfügung, die dem Zuchtziel entsprechend ausgewählt wurden. Kreuzungen, Sämlingsaufzucht und die Vorselektionen auf Resistenz/Toleranz gegenüber Echtem Mehltau und Peronospora werden in den Gewächshäusern und im Zuchtgarten der LfL in Hüll durchgeführt. Die nachfolgende 3-jährige Sämlingsprüfung mit Einzelpflanzen und die Stammesprüfungen werden von der LfL auf ihren Standorten vonstattengehen. Dabei wird bei konsequent reduziertem Pflanzenschutzmittel- und Düngereinsatz auf widerstandsfähige und robuste Hopfen mit optimierter Nährstoffaufnahme hin selektiert.

Alle weiteren Selektionsschritte werden zugleich in der Hallertau und im Elbe-Saale-Gebiet durchgeführt werden.

Die chemischen Analysen der Dolden werden in Hüll von IPZ 5d, Dr. Kammhuber 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 vielversprechenden Sämlingen, die für die Stammesprüfung vorgesehen sind, sollen detaillierte Bitterstoffanalysen mittels HPLC (High Performance Liquid Chromatography) durchgeführt werden.

• Reihen-Versuchsanbau mit Hüller Hochalpastämmen 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

Kreuzungsteil

37 Kreuzungen wurden mit der oben beschriebenen Zielrichtung 2017 durchgeführt. Ab Mai 2017 standen insgesamt 1.532 Sämlinge aus 40 Kreuzungen mit der Zielsetzung „Hochalpha“ nach dem Resistenzvorscreening in der Vegetationshalle.

Vielversprechende Kandidaten durchlaufen aktuell die 3-jährige Sämlingsprüfung im Zuchtgarten in Hüll bzw. die 4-jährige Stammesprüfung in Hüll bzw. Stadelhof.

Reihenversuchsanbau im Elbe-Saale-Gebiet

Darüber hinaus konnten weitere Erkenntnisse im Reihenversuchsanbau gesammelt werden, der bereits seit 2014 auf einem Hopfenbaubetrieb im Elbe-Saale-Gebiet läuft.

Gegenwärtig stehen drei Hüller Hochalpha-Zuchtstämme in der Prüfung auf dem Betrieb Berthold im Vergleich zu Hallertauer Magnum, Herkules, Polaris und Ariana. Ausgewählt wurden nur Hochalpha-Stämme, die im Zuchtgarten in Hüll bereits gute Stockgesundheit erkennen ließen (siehe Tab. 4.1).

Nach dem Schneiden zeigte sich bereits, dass beim Zuchtstamm 2010/075/764 der Bestand im Laufe der Jahre immer heterogener wurde. Insgesamt wurden nach dem Schneiden 12 Fehlstellen bonitiert. Um den 20. April trat stärkerer Bodenfrost auf. Auch hier reagierte dieser Zuchtstamm am sensibelsten. Als sehr robust und wüchsig zeigte sich bereits zu diesem frühen Zeitpunkt die 2016 neu ausgepflanzte Sorte Ariana.

Tab. 4.1: Ergebnisse der Reihenbauprüfung von Hüller Hochalphastämmen (Reihe von 102 Stöcken pro Stamm) bei einem Elbe-Saale-Pflanzer mit Hallertauer Magnum, Herkules und Polaris als Referenzsorten; ¹ α -Säuren-gehalt in Gew.-% lfr nach EBC 7.4

Eigenschaften	Hallertauer Magnum	Herkules	Polaris	Ariana	Stamm 2010/75/764	Stamm 2010/80/728	Stamm 2011/71/19
Pflanzjahr	1998	2001	2012	2016	März 2014	Juni 2015	Juni 2015
Aroma- einschätzung	angenehm	angenehm	angenehm, Spezialaroma	angenehm, fruchtig, Spezialaroma	angenehm	mittel	angenehm
Alphasäuren (%)¹	12,8 (10,6 – 14,5)	13,9 (13,5 – 14,5)	17,1 (16,3 – 18,2)	8,2 – 9,7	12,8 (11,5 - 13,7)	18,8 (18,5 - 19,0)	16,4 (15,6 - 17,2)
Ertrag (kg/ha)							
Erntejahr 2014	2.210	3.230	2.850		2.615*		
Erntejahr 2015	1.640	1.640	1.900		3.030		
Erntejahr 2016	2.830	2.500	2.435	1.651 (Jungh.)	3.010	2.210	2.230
Erntejahr 2017	2.925	1.950	2.785	4.488	2.750	3.375	2.930
kg α/ha	314 (174 – 410)	325 (221-453)	424 (309 – 507)	(160) - 368	372 (348 – 392)	522 (420 – 624)	420 (383 – 457)
Stock- gesundheit	sehr gut	gering	gut – sehr gut	sehr gut	mittel	gut	gut
Agromische Einschätzung		Ertragspotenzial reduziert wegen Stockfäule	robust, mittlere – schwache Windefähigkeit	wuchtig, robust, breite, gute Resis- tenzausstattung	kopfbetont, wuchtig, α -Säuren sehr schwankend	volle Mehlaure- sistenz, geringe Behangstärke, vierversprechen- des Ertragspo- tenzial	gute Mehlaure- sistenz, guter Habitus, hohes Ertragspotenzial

Auf Grund der - im Gegensatz zur Hallertau - günstigen Niederschlagsverhältnisse entwickelten sich im weiteren Vegetationsverlauf 2017 alle Zuchtstämme und Vergleichsarten gut. Hallertauer Magnum erzielte mit über 2.900 kg/ha den höchsten Ertrag seit Versuchsbeginn. Der 2015 gepflanzte Hochalphastamm 2011/71/19 lag im Ertrag leicht über Hallertauer Magnum bei einem um etwa 2 % höheren Alphasäuregehalt. Der Zuchtstamm 2010/080/728 erbrachte mit über 600 kg/ha den höchsten Alphasäureertrag. Den homogensten Bestand und höchsten Ertrag erzielte Ariana mit knapp 4.500 kg/ha.

Ende März 2017 wurde der im Jahr 2016 für den Großparzellenanbau freigegebene Hüller Special Flavor-Zuchtstamm 2011/02/04 ausgepflanzt. Hier soll getestet werden, ob sich die bisher als gut eingestufte Stockgesundheit auch unter den schwierigen Bedingungen des Elbe-Saale Gebietes bestätigt.

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.

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

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

Molekularer Nachweis direkt aus der Rebe über Realtime-PCR

Zielsetzung

Neben der Umsetzung von pflanzenbaulichen und phytosanitären Maßnahmen (siehe „Grünes Heft“) ist die Verwendung von *Verticillium*-freiem Pflanzmaterial ein entscheidender Baustein, um eine weitere Verbreitung des *Verticillium*-Welkepilzes im Hopfenanbaugebiet zu verhindern. Um *Verticillium*-freies Pflanzgut für die LfL-eigenen Prüfungen, für den Vertragsvermehrter der Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH) und damit für die Hopfenpflanzer sicherzustellen, werden Hopfen, bevor sie vermehrt werden, auf den Pilz hin untersucht. Eine hoch empfindliche molekulare Nachweismethode wurde dazu in unserem Labor erarbeitet und etabliert (Maurer et al., 2013). Mit dieser Technik ist eine zuverlässige Aussage zu treffen, ob eine Pflanze mit *Verticillium* infiziert ist oder frei (Seigner et al., 2017).

Methode

Molekularer Nachweis direkt aus der Rebe über Realtime-PCR (Polymerasekettenreaktion) nach Maurer, Radišek, Berg und Seefelder (2013).

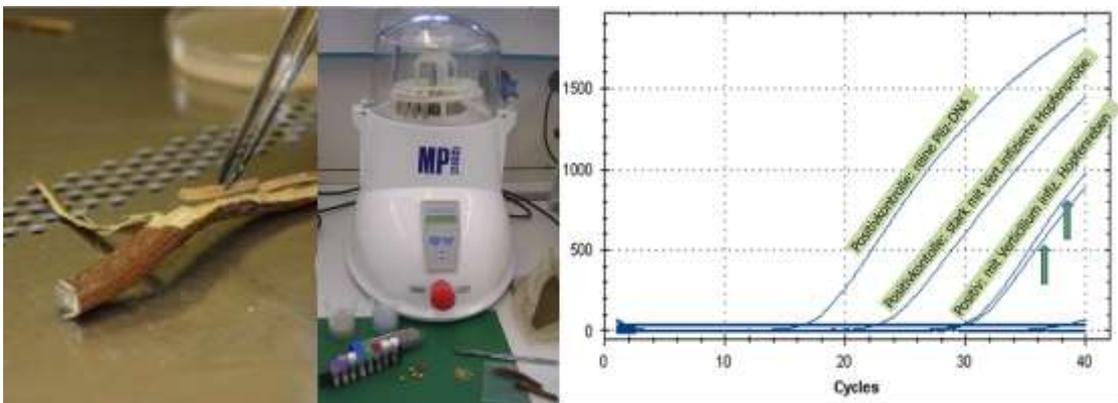


Abb. 4.5: Ablauf des *Verticillium*-Nachweises von der Probennahme über die Homogenisierung des Rebenmaterials bis hin zum molekularen Nachweis über Realtime-PCR

Von der zu untersuchenden Hopfenrebe wird ein Markstück, das auch die wasserleitenden Gefäße und damit möglicherweise auch *Verticillium*-Sporen oder –Myzel enthält, herauspräpariert. Danach wird das Rebenstück in einem Homogenisator zerkleinert und für die Isolierung der DNA verwendet; Hopfen-DNA und auch DNA von möglichen Pilzkontaminationen in den Gefäßelementen werden mit isoliert. Mit der Realtime PCR unter Einsatz der für *Verticillium* spezifischen Primer und Sonden zeigt sich letztlich der Pilzbefall durch einen Fluoreszenzanstieg zwischen Vermehrungszyklus 18 bis ca. 35.

Vorteile der Realtime-PCR-Nachweismethode

- sehr spezifisch
- ohne Verwechslungsgefahr mit anderen Pilzinfektionen
- selbst geringste Pilzmengen werden erfasst
- simultaner Nachweis von *Verticillium nonalfalfae* und *Verticillium dahliae* in einem sogenannten Multiplex-PCR-Lauf. Des Weiteren wird dabei das Funktionieren der PCR-Reaktion stets durch eine sog. interne Kontrolle sichergestellt, um „falsch negative“ Ergebnisse auszuschließen.
- Ergebnis liegt nach 2 Tagen vor

Nachteil der Realtime-PCR-Nachweismethode

- Nachweis beruht auf der vorhandenen DNA, die auch während des Verrottungsvorgangs noch nachweisbar sein kann. Die Realtime-PCR gibt daher keine klare Aussage, ob der *Verticillium*-Pilz noch infektiös wäre oder bereits abgestorben ist.

Konventionelle PCR mit *Verticillium*-spezifischen Primern

Neben der Realtime-PCR wird ergänzend und unterstützend bei allen Fragestellungen auch die konventionelle PCR mit spezifischen Primern nach den EPPO-Guidelines (Down et al., 2007) zur Diagnostik von *Verticillium* eingesetzt. Bis Mitte des Jahres 2017 war dies die einzige Methode, um mit den von Seefelder und Oberhollenzer (nicht publiziert) entwickelten Primern Mild- und Letalstämme zu unterscheiden. Außerdem wurde die konventionelle PCR eingesetzt, um die mit der Realtime-PCR gewonnenen Ergebnisse zu bestätigen, auch wenn im Vergleich zur Realtime-PCR eine geringere Empfindlichkeit gegeben ist.

Ergebnisse

Ca. 3330 Hopfenproben wurden im Jahr 2017 mit der Realtime-PCR auf *Verticillium* untersucht. Bei 1.980 Proben kam die konventionelle PCR zum Einsatz. Dabei wurden folgende Zielsetzungen verfolgt:

- Untersuchung des Hüller Zuchtmaterials auf *Verticillium nonalfalfae* und *V. dahliae* sowie Differenzierung der Infektionen mit Mild- bzw. Letalrassen von *V. nonalfalfae*
- Molekulare Verifizierung von Welkesymptomen im Hüller Zuchtgarten, in den beiden Welkeselektionsgärten und in Praxisflächen in Kooperation mit S. Euringer, IPZ 5b
- Untersuchung regenerierter Meristempflanzen nach „angestrebter“ Eliminierung von *Verticillium* über Hitzetherapie und Meristemkultur
- Verbesserung der Technik (Primer-, Temperaturoptimierung) und Testung verschiedener Referenzgene als interne Kontrolle (DRH1, CAC, COX) sowie Testung der von Guček et al. (2016) publizierten Primer zum Nachweis und zur Differenzierung von *V. nonalfalfae* Mild- und Letalstämmen in Kooperation mit Dr. B. Büttner, IPZ 1b, und Dr. L. Seigner, IPS 2c.
- Vergleich der Sensitivität verschiedener Nachweismethoden (Pilzwachstum, Realtime-PCR, konventionelle PCR mit spezifischen Primern) in Kooperation mit S. Euringer, IPZ 5b, und Dr. P. Büttner, IPS 2a

Interne Kontrolle bei der Realtime-PCR

Seit 2016 wurde an einer Optimierung der Realtime-PCR (Multiplex-TaqMan®-Realtime-PCR) gearbeitet. Standardmäßig wird neuerdings im Multiplex-Lauf neben den spezifischen Primern und Sonden für den Nachweis von *Verticillium nonalfalfae* und *V. dahliae* eine sog. Interne Kontrolle mit spezifischen Primern und Gensonde für pflanzeigene DNA (COX für Cytochromoxidase; Weller et al., 2000) mitgeführt. Dadurch werden „falsch negative“ Ergebnisse beim Realtime-PCR-Lauf ausgeschlossen, die sowohl durch Störfaktoren verursacht werden als auch durch Fehler bei der DNA-Extraktion.

Differenzierung von Mild- und Letal-Stämmen von *Verticillium nonalfalfae* über Realtime-PCR

Eine weitere Zielsetzung war die Differenzierung von Mild- und Letal-Stämmen von *Verticillium nonalfalfae* nicht nur über die konventionelle PCR, sondern über die sensitivere Real-Time-PCR. Getestet wurden Primerpaare von Guček et al. (2016) und die bereits erwähnten Primer von Seefelder und Oberhollenzer (nicht veröffentlicht), wobei auch die entsprechenden Gensonden mit einem Software-Paket (CLC Genomics Workbench, Qiagen) designed und geprüft wurden. Nach aktuellem Kenntnisstand bietet das auf den Primern von Seefelder und Oberhollenzer aufbauende Realtime-System recht zuverlässige Aussagen zum Befall von Hopfen mit Letal- und Mildstämmen von *V. nonalfalfae*, die mit Symptombonituren übereinstimmen.

Aufbau einer *Verticillium*-Referenzkollektion

Zu Beginn des Jahres 2017 wurde daran gearbeitet, ausgehend von Einzelsporisolaten erneut eine *Verticillium*-Referenzsammlung aufzubauen. Dabei wurden milde wie auch letale *Verticillium*-Stämme (Hüller Zuchtgarten, *Verticillium*-Selektionsflächen und auch von einzelnen Praxisflächen) isoliert, mit Realtime-PCR und konventioneller PCR charakterisiert und letztlich 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.

Ausblick

An einer Optimierung der Realtime-PCR wird stetig gearbeitet. Kontinuierlich wird überprüft, ob mit den in der PCR-Reaktion eingesetzten Primern zur Detektion von *Verticillium nonalfalfae* noch alle in der Hallertau vorkommenden milden wie auch aggressiven Rassen erfasst werden.

Referenzen

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.

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.

Down, G., Barbara, D., Radišek, S. (2007): *Verticillium albo-atrum* and *V. dahliae* on hop. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 37: 528-535.

Seigner, E., Haugg, B., Hager, P., Enders, R., Kneidl, J. & Lutz, A. (2017): Verticillium wilt on hops: Real-time PCR and meristem culture – essential tools to produce healthy planting material. Proceeding of the Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, Austria, 20-23.

Weller, S.A., Elphinstone, J.G., Smith, N.C., Boonham, N., and Stead, D.E. (2000): Detection of *Ralstonia solanacearum* strains with a quantitative, multiplex, real-time, fluorogenic PCR (TaqMan) assay. Appl Environ Microbiol. 66(7), 2853-8.

4.6 Meristemkultur zur Erzeugung von gesundem Pflanzgut

Leitung: Dr. E. Seigner, A. Lutz

Bearbeitung: B. Haugg

Kooperation: P. Hager, R. Enders, IPZ 5c

Dr. L. Seigner, IPS 2c, und Team der Virusdiagnostik

Ziel

Verticillium, aber auch Viren 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 infizierter Hopfenpflanzen nach einer Hitzetherapie gesunde, Virus- und Verticillium-freie Pflanzen zu regenerieren. Basierend auf der Annahme, dass das Meristem keinen Anschluss zu funktionsfähigen Leitbahnen besitzt und zudem davon auszugehen ist, dass nach der Hitzetherapie selbst eingeschleuste Viren bzw. Pilzstrukturen inaktiviert wurden, sollte die Regeneration von pathogenfreien Hopfenpflanzen aus Meristemen nach der Hitzebehandlung gelingen.

Methode

Zur Erzeugung von Verticillium- und Virus-freien Hopfenpflanzen wird die oberste Wachstumszone (= Meristem), die sich am Ende der Sprossspitze befindet, nach einer Hitzebehandlung herauspräpariert und auf Kulturmedium zum Wachsen gebracht. Aufgrund spezieller Nährstoffe im Gewebekulturmedium entstehen aus einem Meristem bereits nach etwa 3 Wochen Blattstrukturen, die sich weiter zu einer vollständigen Pflanze entwickeln.



Abb. 4.6: Aus der hitzebehandelten Sprossspitze wird das Meristem herauspräpariert; auf Kulturmedium entwickelt sich daraus ein Hopfenpflänzchen

Zur Absicherung des virusfreien Zustandes der aus den Meristemen sich entwickelnden Hopfen werden deren Blätter mit der DASELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay)-Technik bzw. mit der RT-PCR (Reverse Transkriptase Polymerasekettenreaktion) von der Arbeitsgruppe IPS 2c auf die verschiedenen hopfentypischen Viren untersucht.

Zur Bestätigung der über den Meristemschritt gelungenen Eliminierung des *Verticillium*-pilzes werden die *in vitro* entstandenen Pflänzchen mit der Realtime-PCR unter Einsatz spezifischer TaqMan-Sonden und Primer auf *Verticillium* untersucht (Seigner et al., 2017).

Ergebnisse zur Optimierung der Meristemkultur

Der erste Schritt bei der Entwicklung des herausgeschnittenen Meristems mit der Bildung von kleinen Blättchen verläuft relativ zügig. Aber das weitere Wachstum und die Regeneration eines vollständigen Sprosses ist ein sehr zeitaufwändiger Prozess von bis zu 10 Monaten. Insbesondere weil die regenerierten Pflänzchen am Schluss nochmals verklont werden müssen, um genügend Ausgangsmaterial für die abschließenden Analysen zu haben, wobei ihr *Verticillium*- und Virus-freier Status verifiziert werden soll.

Um den gesamten Prozess deutlich zu beschleunigen, wurden verschiedene Parameter zur Kulturführung erforscht und optimiert. Vor allem durch den Einsatz des sog. RITA®-Flüssigkultursystems wurde die Regeneration der Pflänzchen im Vergleich zur Kultivierung ausschließlich auf mit Agar verfestigtem Kulturmedium gravierend verkürzt. Es entstanden vitalere Pflanzen aus der Meristemkultur und zugleich konnte die Genotypen-Abhängigkeit der Regenerationsfähigkeit deutlich verbessert werden.

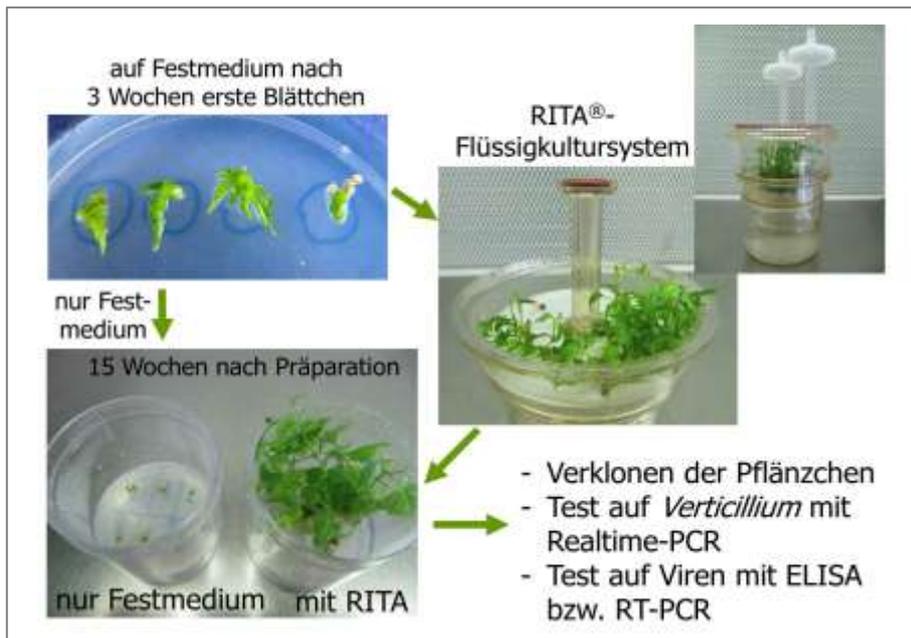


Abb. 4.7: Regeneration des Meristems in vollständige Hopfenpflänzchen in Flüssigkultur bzw. auf Festmedium. Deutlich schnellere Entwicklung von schönen, vitalen Hopfen durch den Flüssigkulturschritt.

Bei der Weiterkultivierung der aus den Meristemen entstandenen Blättchen ausschließlich auf Festmedium bzw. in Flüssigkultur, dem RITA-Flüssigkultursystem zeigen sich 15 Wochen nach der Meristempräparation deutliche Unterschiede. Der Flüssigkulturschritt führt zur schnelleren Regeneration von vitaleren Pflänzchen. Die aus den Meristemen regenerierten Hopfenpflänzchen werden vermehrt (verklont) und abschließend auf Viren bzw. *Verticillium* untersucht. Nur pathogenfreie Pflänzchen werden in Erde verpflanzt und stehen als gesundes Pflanzmaterial zur Verfügung.

Seit 2015 wurde dieses Meristemkultur-Protokoll bei 20 Zuchtstämmen zur erfolgreichen Freimachung von *Verticillium*-Infektionen eingesetzt und 7 Stämme wurden nach diesem Prozedere Virus-frei gemacht.

Ausblick

An einer weiteren Optimierung der Regeneration von Meristemen wird weiter gearbeitet. Dabei liegt der Fokus aktuell darauf, die Effektivität der Meristemkultur bei der Pathogenfreimachung zu verbessern. Vor allem Viroide zu eliminieren, stellt eine Herausforderung dar.

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.

Penzkofer, M. (2010): Untersuchungen zur Massenvermehrung von Phlox-Sorten in einem temporary immersion system (TIS). Fachhochschule Weihenstephan, Fakultät Gartenbau und Lebensmitteltechnologie, Diplomarbeit.

Schwekendiek, A., Hanson, S.T., Crain, M. (2009): A temporary immersion system for the effective shoot regeneration of hop. *Acta Hort* 848, 149-156.

Seigner, E, Haugg, B, Hager, P., Enders, R., Kneidl, J. & Lutz, A. (2017): *Verticillium* wilt on hops: Real-time PCR and meristem culture – essential tools to produce healthy planting material. Proceeding of the Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, Austria, 20-23.

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

Leitung: Dr. E. Seigner, A. Lutz

Bearbeitung: B. Forster

Infektionen des Hopfens mit Falschem Mehltau, verursacht durch den Pilz *Pseudoperonospora humuli*, stellen die Pflanze immer wieder vor große Herausforderungen. Besonders 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. Ziel dabei ist es, Hopfen mit deutlich verbesserter Toleranz gegenüber diesem Pilz zu entwickeln. Um frühzeitig auf Peronospora-Toleranz zu prüfen, werden alljährlich Tausende von jungen Sämlingen im Gewächshaus mit einer Pilzsporensuspension eingesprüht und nachfolgend ihre Reaktion gegenüber dem Pilz eingeschätzt. Bei dieser Massenselektion kann die Toleranz einzelner Hopfen nicht genau festgestellt werden.

Ziel

Um fundierte Aussagen zur Peronospora-Toleranz einzelner Sämlinge oder Sorten zu ermöglichen, soll ein 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 gegenüber den Zoosporangien des Pilzes zeigt, die von außen auf die Blätter kommen. Bei sehr hoher Luftfeuchtigkeit werden die Zoosporen aus den Sporangien freigesetzt, sie 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, wird mit der Peronospora-Sporangien-Suspension besprüht. Fünf bis 14 Tage nach der Beimpfung werden die Reaktionen der Blätter visuell, zum Teil unter dem Binokular beurteilt. Folgendes Infektionsszenarium läuft ab: Auf der Blattunterseite werden aus den Sporangien 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) werden 5 bis 14 Tage nach der Inokulation (dpi) beobachtet und beurteilt.

Die Bewertung erfolgt auf einer Skala von 0 bis 5, Fokus wird auf die Sporulation gesetzt: 0 (hoch tolerant) = keine Symptome, 1 (tolerant) = 1-10 %; 2 (mittel) = 11-30 %; 3 (anfällig) = 31-60 %; 4 (hoch anfällig) = 61-80 %; 5 (extrem anfällig) = 81-100 % der Blattfläche betroffen.

Ergebnisse

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 Versuchsparameter 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. 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.



Abb. 4.8: Ablauf der Testung von Blättern beginnend mit der Vorbereitung der Pilzsporenlösung und der zu testenden Hopfenpflanzen im Gewächshaus, Besprühen der Testblätter mit Peronospora-Suspension und Inkubation der besprühten Blätter in Dosen im Brutschrank

Optimierte Parameter für das Blatt-Testsystem:

- **Blattalter:** Blätter des 3. Knotens von Gewächshauspflanzen
- ganze Blätter statt Blatt-Disks
- **Inokulationsmaterial:** frische „Bubiköpfe“
- Abschwemmen der Sporangien vom Blatt mit 4 °C kaltem, deionisiertem Wasser
- **Inokulationsdichte:** $2 \times 10^4 - 5 \times 10^4$ Sporangien/ml
- **Inokulation:** Besprühen mit Sporangien-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)

Während bei toleranteren Hopfen die Sporulation völlig unterdrückt wird oder besonders im frühen Infektionsstadium als Abwehrreaktion kleinere Nekroseflecken (hypersensitive Reaktion der Wirtszellen) auf den Blättern erschienen, zeigten sich auf den Blättern von anfälligeren bzw. weniger toleranten Hopfen bereits wenige Tage nach der Inokulation chlorotische Blattflecken mit deutlicher Sporulation auf der Blattunterseite. Im späteren Stadium entwickeln sich diese in dunkelbraune Nekrose-Flecken. Diese Reaktionen des Blattes variieren in Abhängigkeit vom Blattalter. Junge Blätter in der Wachstumsphase zeigen deutlichere Symptome als ältere Blätter.

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

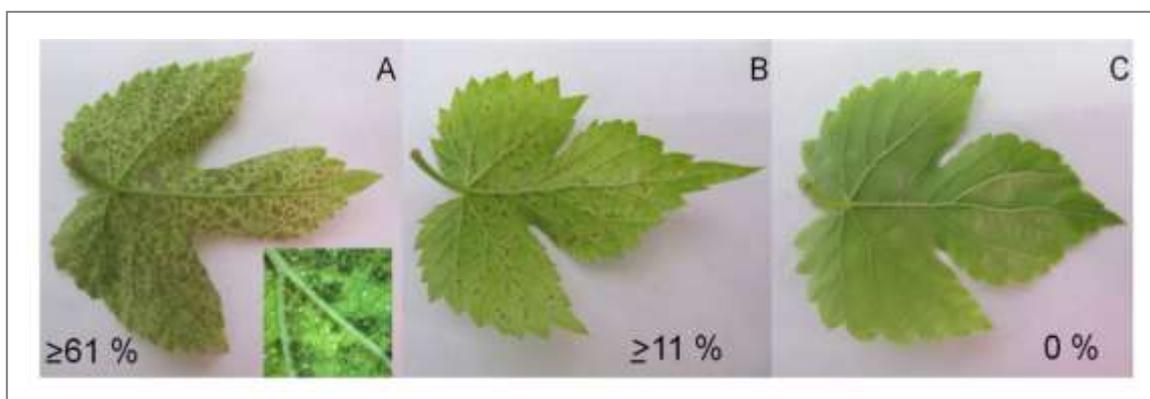


Abb. 4.9: Unterschiedliche Reaktionen von Hopfenblättern 6 Tage nach Inokulation mit *Peronospora*: anfällig (A), mittel tolerant (B) und hoch tolerant (C) gegenüber dem Pilz; % der infizierten Blattfläche = Sporulation; in Foto A zusätzlich eine Nahaufnahme des *Peronospora*-Befalls mit schwarzen Sporenarealen

Tab. 4.2: Vergleich der Peronosporatoleranz bei verschiedenen Hopfsorten – Einschätzung im Feld und im Blatt-Testsystem

Bewertung im	Hallertauer Mittelfrüher	Hallertauer Tradition	Saphir	Hüller Bitterer	Herkules	Polaris
Feldversuch	- - -	+ + +	- -	+ +	-	-
Blatt-Test	- -	+ + +	- -	+	- -	- -

Bewertung im	Ariana	Callista	Mandarina Bavaria	Huell Melon	Hallertau Blanc
Feldversuch	+	+	+ / -	+	+
Blatt-Test	+ / -	-	-	+ / -	+

Einstufung: - - - extrem anfällig; - - hoch anfällig; - anfällig; +/- mittel;
+ tolerant; ++ hoch tolerant; +++ sehr hoch tolerant

Ausblick

Wir sehen das Blatt-Testsystem zur Einschätzung der Toleranz gegenüber dem Peronosporapilz als ideale Ergänzung zur Feldbonitur. Ein entscheidender Vorteil ist, dass unter standardisierten Bedingungen, d.h. unabhängig von Witterungs- und Standorteinflüssen, Aussagen zur Krankheitstoleranz einer Hopfsorte bzw. -stammes getroffen werden können.

In der kommenden Saison werden mit diesem Peronospora-Blatt-Testsystem wieder Sorten und Zuchtstämme untersucht. Entscheidend ist letztlich, 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. Nur dann ist das Testsystem auch praxistauglich und im Züchtungsprozess für die Selektion auf Peronospora-Toleranz einzusetzen.

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.

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.

Seigner, E., Forster, B. & Lutz, A. (2017): Improved selection system to test for downy mildew tolerance of hops. Proceeding of the Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, Austria, 100.

4.8 Präzisionszüchtung für Hopfen

Mit der Präzisionszüchtung soll der deutschen Hopfenzüchtung ein innovatives Werkzeug bereitgestellt werden, das den traditionellen Selektionsvorgang ergänzt. In Kombination mit dieser neuen genombasierten Technik können neue hochwertige und robuste Sorten der Hopfen- und Brauwirtschaft schneller und effizienter zur Verfügung gestellt werden.

Zielsetzung

In diesem Forschungsvorhaben werden die Voraussetzungen für die Nutzung der genom-basierten Selektion bei der Auswahl der Kreuzungseltern wie auch bei der Bewertung der Nachkommen einer Kreuzung erarbeitet. Durch diese Selektion basierend auf molekularen Markern soll auch die Möglichkeit der Zuchtwertschätzung nicht nur bei weiblichen, sondern auch bei männlichen Hopfen geschaffen werden. Dies ist ein entscheidender Fortschritt, weil bislang männliche Hopfen wegen des Fehlens von Dolden hinsichtlich Ertrag und Brauqualität nicht direkt beurteilt werden konnten und so ihr Wert als Kreuzungspartner stets im Unklaren blieb.

Vorgehensweise

An einem diversen Referenzsortiment werden zum einen Resistenzen, agronomische Leistungsmerkmale und Doldeninhaltsstoffe (= Phänotyp) erfasst. Zum anderen werden alle Hopfen genotypisiert, d.h. deren Erbmaterial wird sequenziert und damit die „Buchstaben“-Abfolge der DNA bestimmt. Durch ein biostatistisches Verfahren, die sog. Assoziationskartierung, werden die DNA-Abschnitte (molekulare Marker) mit den verschiedenen phänotypischen Eigenschaften verknüpft und so Marker-Merkmal-Beziehungen erkannt. Aufgrund der am Referenzsortiment bestimmten Verknüpfungen von genetischen Markern mit züchtungsrelevanten Merkmalen wird ein Vorhersagemodell entwickelt, das bei neuen Selektionskandidaten ermöglicht, alleine anhand der genetischen Daten (= Genotyp) auf deren phänotypische Eigenschaften zu schließen.

Ziel ist die genombasierte Selektion neuer Hochalphasorten in Kooperation mit der Hopfen- und Brauwirtschaft.

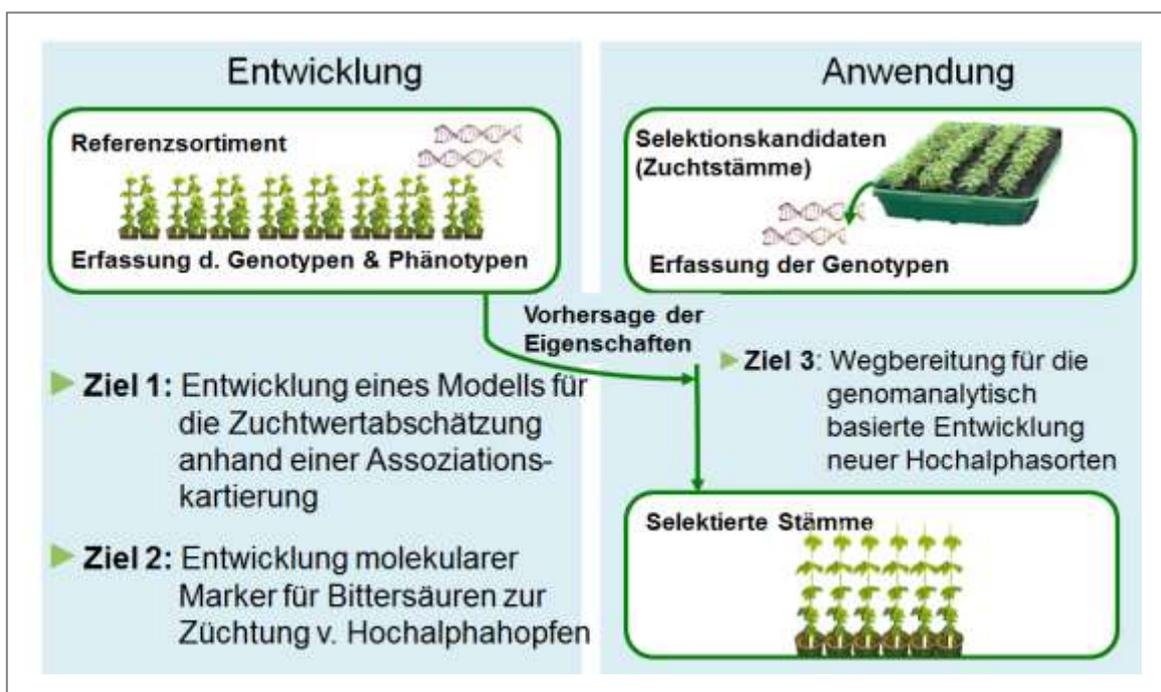


Abb. 4.10: Entwicklung eines Modells für die Zuchtwertschätzung über Assoziationskartierung und Entwicklung molekularer Marker für Bittersäuren mit dem Ziel der genomanalytisch-basierten Züchtung neuer Hochalphasorten.

Phase 1: Juli 2015 – März 2017

Optimierung der Hopfenzüchtung mit Genom- und Metabolitenanalyse

In einer Kooperation zwischen der LfL, der Universität Hohenheim (UHOH) und dem Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie (MPI) wurden die ersten Arbeiten durchgeführt, um künftig die Präzisionszüchtung bei Hopfen nutzen zu können:

- Erstellung einer Kartierungspopulation
- Hochdurchsatz-Genotypisierung des Referenzhopfensortiments und der Kartierungspopulation sowie bioinformatische Verrechnung der molekularen Daten
- Entwicklung einer genetischen Karte mit genomweiten Markern (Abschluss Mitte 2018)
- Phänotypisierung des Referenzsortiments: Erhebung der Daten zu Resistenzen, agronomischen Leistungsmerkmalen und Doldeninhaltsstoffen an verschiedenen Standorten und Jahren; Bereitstellung historischer Daten z.T. bis in die 1990er Jahre



Abb. 4.11: Bei der Kreuzung für die Ausgangspopulation wurde die Bestäubung der weiblichen Blüten in einem Bestäubungsbeutel durchgeführt. So konnte eine Fremdbestäubung verhindert werden

Phase 2: August 2017 – Juli 2020

Genombasierte Präzisionszüchtung für zukunftsweisende Qualitätshopfen

Das Forschungsvorhaben zur Entwicklung und Etablierung der Präzisionszüchtung für Hopfen wird von der LfL gemeinsam mit der Universität Hohenheim (UHOH) sowie der Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH) und der Hopfenverwertungsgenossenschaft (HVG) als weitere Verbundpartner mit folgenden Arbeiten fortgeführt:

- Fortsetzung der Phänotypisierung des Referenzsortiments
- Molekulare Studien zur Bittersäuresynthese und deren Regulation
- Assoziationskartierung: biostatistische Verknüpfung der phänotypischen (Resistenzen, agronomische Leistungsmerkmale, Doldeninhaltsstoffe) mit den genotypischen Daten des Referenzhopfensortiments zum Erkennen von einfachen bzw. komplexen Marker-Merkmal-Beziehungen
- Entwicklung eines Vorhersagemodells zur Abschätzung des Zuchtwerts (genomische Selektion)

Phase 3: ab 2019

Genombasierte Selektion neuer Hochalphasorten in Kooperation mit der Hopfen- und Brauwirtschaft



Abb. 4.12: Selektion neuer Hochalphasorten in Kooperation mit der Hopfen- und Brauwirtschaft

Kandidaten mit einem hohen genomischen Zuchtwert werden von der GfH und der HVG in Brauversuchen auf ihre Bitterqualität getestet. Diese werden von der GfH für Großflächenversuche frei gegeben und nach mehrjährigem Anbau kann über eine mögliche Sortenzulassung entschieden werden.



Die Förderung erfolgt aus Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank.

5 Hopfenbau, Produktionstechnik

LD Johann Portner, Dipl.-Ing. agr.

5.1 N_{\min} -Untersuchung 2017

Die Stickstoffdüngung nach DSN (N_{\min}) ist inzwischen ein fester Bestandteil der Düngelplanung in den Hopfenbaubetrieben und gewinnt künftig mit der Umsetzung der neuen Düngeverordnung weiter an Bedeutung. 2017 beteiligte sich in den bayerischen Anbaugebieten Hallertau und Spalt rund die Hälfte der Hopfenbaubetriebe an der DSN-Untersuchung. Dabei wurden 3 067 Hopfengärten (2016: 2 797 Proben) auf den N_{\min} -Gehalt untersucht und eine Düngeempfehlung erstellt.

In der nachfolgenden Grafik ist die Entwicklung der Zahl der Proben zur N_{\min} -Untersuchung zusammengestellt. Der durchschnittliche N_{\min} -Gehalt in den bayerischen Hopfengärten war 2017 mit 102 kg N/ha deutlich höher als im Vorjahr (80 kg N_{\min} /ha). Zurück zu führen ist dies vermutlich auf den trockenen Winter mit geringen Auswaschungsverlusten sowie dem Bodenfrost mit der Konservierung des Nitratstickstoffs in der oberen Bodenschicht. Die vom N_{\min} -Wert abgeleitete Düngeempfehlung für die bayerischen Hopfengärten war folglich niedriger als im Vorjahr und betrug im Durchschnitt Bayerns 138 kg N/ha (2016: 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 unumgänglich.

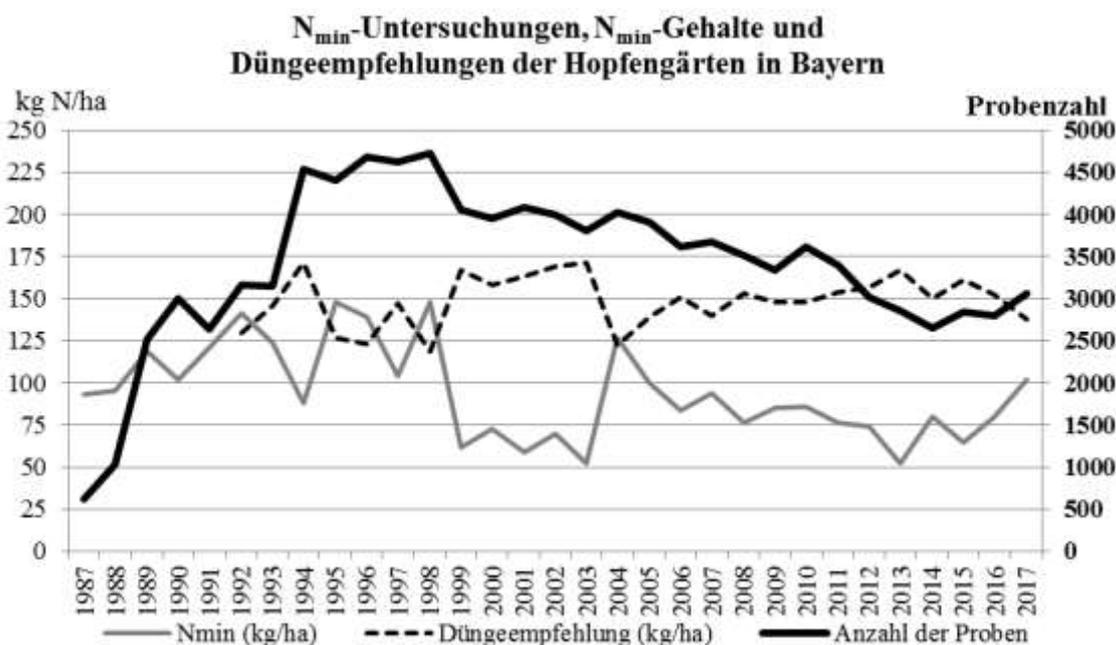


Abb. 5.1: N_{\min} -Untersuchungen, N_{\min} -Gehalte und Düngeempfehlungen der Hopfengärten in Bayern im Verlauf der Jahre

In der nächsten Tabelle sind für die bayerischen Anbaugebiete auf der Basis der Landkreise die Zahl der untersuchten Hopfengärten, der durchschnittliche N_{\min} -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 N_{\min} -Werte sind im Anbaugebiet Spalt zu finden. Schon deutlich weniger N_{\min} wurde in den Hopfenböden des Landkreises Eichstätt (Jura) gemessen. Dann folgt die Hallertau, wobei sich die nach Landkreisen gemittelten N_{\min} -Werte hier kaum unterscheiden; lediglich der Landkreis Freising weist etwas geringere N_{\min} -Werte aus.

Tab. 5.1: Probenzahl, durchschnittliche N_{\min} -Gehalte und Düngeempfehlungen der Hopfengärten nach Landkreisen bzw. Regionen in Bayern 2017

Landkreis bzw. Anbauregion	Probenzahl	N_{\min} kg N/ha	Düngeempfehlung kg N/ha
Spalt (ohne Kinding)	96	154	85
Eichstätt (ohne Kinding)	239	109	135
Pfaffenhofen	1043	104	138
Neuburg-Schrobenhausen	3	104	157
Kelheim	1106	101	139
Landshut	195	98	133
Eichstätt (Kinding)	31	90	138
Freising	307	87	150
Hersbruck	47	85	145
Bayern	3067	102	138

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

Tab. 5.2: Probenzahl, durchschnittliche N_{\min} -Gehalte und Düngeempfehlung bei verschiedenen Hopfensorten in Bayern 2017

Sorte	Probenzahl	N_{\min} kg N/ha	Düngeempfehlung kg N/ha
Herkules	835	94	156
Polaris	10	74	156
Mandarina Bavaria	58	92	149
Hallertau Blanc	34	91	147
Huell Melon	26	95	145
Smaragd	12	85	143
Hall. Magnum	258	97	142
Nugget	19	113	141
Hall. Taurus	65	101	140
Opal	27	92	140
Cascade	17	112	132
Perle	523	106	130
Hall. Tradition	527	109	129
Saphir	86	107	128
Hallertauer Mfr.	137	96	127
Spalter Select	119	109	124
Northern Brewer	30	106	124
Hersbrucker Spät	185	115	123
Spalter	48	143	82
Sonstige	51	89	142
Bayern	3 067	102	138

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

Projektleitung: LD Johann Portner
Projektbearbeitung: LA Jakob Münsterer
Laufzeit: 2014 - 2017

Ausgangssituation und Zielsetzung

In zahlreichen Kleintrocknungsversuchen konnte aufgezeigt werden, dass durch eine gezielte Regelung der Luftgeschwindigkeit und der Trocknungstemperatur zum Zeitpunkt der höchsten Wasserabgabe die Trocknungsleistung deutlich gesteigert und die äußere Qualität (Farbe) am besten erhalten werden kann. Diese Ergebnisse sind sehr gut auf die Trocknung von Hopfen im Bandtrockner übertragbar. Für eine hohe Trocknungsleistung und beste Qualitätserhaltung hat die Luftgeschwindigkeit im vorderen Drittel des oberen Bandes den größten Einfluss. Deshalb soll versucht werden, bei bestehenden Bandtrocknern durch technische Umrüstungen bzw. Optimierung der Luftführungssysteme die Luftgeschwindigkeiten und somit die durchströmten Luftmengen zu erhöhen.

Um mehr über die Strömungsverhältnisse in praxisüblichen Bandtrockner tschechischer Bauart zu erfahren, sollte zuerst mittels einer Strömungssimulation eine IST-Analyse durchgeführt werden. Als Modell wurde ein praxisüblicher Bandtrockners mit 54 Quadratmeter Grundfläche und drei Bändern gewählt, der in der Praxis am meisten verbreitet ist. So kommen die erzielten Ergebnisse möglichst vielen Landwirten bei einer Optimierung im Sinne der Qualität- und Leistungssteigerung sowie bei der Senkung des Energieverbrauches zu gute. Aufgrund der Komplexität und der notwendigen technischen Voraussetzungen kann die Simulation nur von hochspezialisierten Fachkräften bzw. Strömungsphysikern durchgeführt werden. Mit der Simulation wurde deshalb die Fachfirma HTCO GmbH aus Freiburg beauftragt.

Ausgehend von den Erkenntnissen der Strömungssimulation sollten im Anschluss Module oder Maßnahmen entwickelt werden, die eine verbesserte Luftführung und gleichmäßigere Luftverteilung über die gesamten Trocknungsflächen gewährleisten können. Durch die zusätzliche Entwicklung geeigneter Luftführungssysteme (Module) für die Trocknungszone mit höheren Luftgeschwindigkeiten zum Zeitpunkt der höchsten Wasserabgabe im vorderen Drittel des oberen Bandes erwartet man eine deutliche Steigerung der Trocknungsleistungen bei bester Erhaltung der äußeren Hopfenqualitäten.

Methode

Auf der Grundlage von technischen Zeichnungen bzw. Originalplänen sowie Praxiskonfigurationen simulierten die Strömungsphysiker der Fa. HTCO die Strömungsverhältnisse während der Trocknung in einer sogenannten 3D-Modellierung. Dazu wurde zunächst das Strömungsverhalten der Trocknungsluft auf allen drei Trocknungsbändern im Bandtrockner erfasst. Da die Strömungen der einzelnen Bänder in Wechselwirkung stehen, können sie nur als Ganzes sinnvoll betrachtet werden. Als Ergebnis wurden die Geschwindigkeitsverteilung in der Längsebene (X-Ebene), in der Querebene (Y-Ebene) sowie die Luftgeschwindigkeiten durch den Hopfen (Z-Ebene) für alle drei Trocknungsbänder moduliert.

Ergebnis der Simulation

Durch die seitlichen Luftzuführungen kommt es zu hohen lokalen Luftgeschwindigkeiten der einströmenden Trocknungsluft, den sogenannten Jets. Durch den Aufprall der Jets an der gegenüberliegenden Wand entstehen Verwirbelungen der Trocknungsluft mit der Folge einer ungleichmäßigen Trocknung mit "Nester- und Löcherbildung". Dies ist umso ausgeprägter, je höher die lokalen Luftgeschwindigkeiten sind.

Um die Jets abzubremsen und die Trocknungsluft gleichmäßiger zu verteilen, wurde der Einbau zweier Lochblechreihen in Bandlaufrichtung in die Bandzwischenräume des oberen und mittleren Trocknungsbandes vorgeschlagen und in der weiteren Simulation berücksichtigt. Im „nachgerüsteten Simulationsbandtrockner“ trifft die seitlich einströmende Trocknungsluft frontal auf diese Diffusorbleche und wird dadurch abgebremst, verwirbelt und somit effizienter und gleichmäßiger auf die volle Bandbreite verteilt.

Ebenso wurden Untersuchungen angestellt, die Luftleistung und somit die Luftgeschwindigkeit im vorderen Drittel des oberen Bandes zu erhöhen. Dies wäre unabdingbar für eine weitere Steigerung der Trocknungsleistung.

Vorgeschlagen wurde, die Luftmenge kostengünstig und effektiv durch eine zusätzliche Luftzuführung auf der gegenüberliegenden Seite zu erhöhen. Durch den doppelten Volumenstrom könnten dadurch künftig am obersten Band Luftgeschwindigkeiten von mindestens 0,5-0,6 m/s erzielt werden.

Die berechneten Diffusorbleche würden auch hier eine zu starke Wechselwirkung der gegenseitigen Lufteinlässe verhindern und ebenso für eine Homogenisierung der beiden Luftströme beitragen.

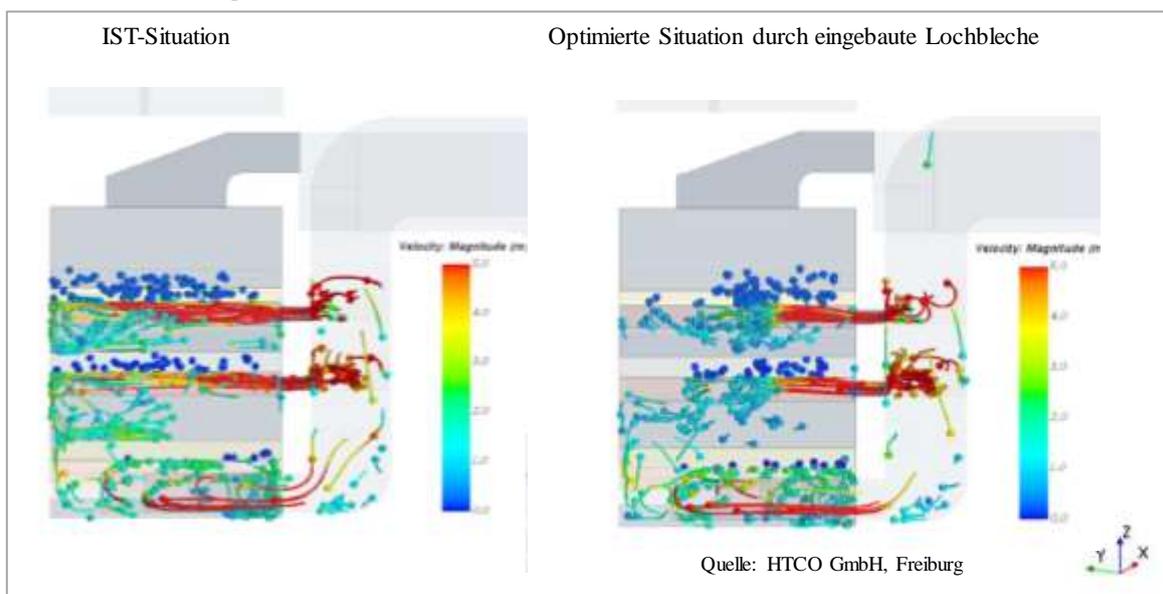


Abb. 5.2: Darstellung der Strömung der Trocknungsluft im Bandtrockner mittels Stromlinien in der Querebene (Y-Ebene)

Umsetzung der Ergebnisse in der Praxis

2017 wurden in einem praxisüblichen Bandtrockner Lochbleche gemäß den Empfehlungen aus der Strömungssimulation in die Bandzwischenräume des oberen und mittleren Trocknungsband in Bandlaufrichtung eingebaut. In der Abb. 5.2 sind rechts die seitlichen Lufteinlässe für die Trocknungsluft sehr gut erkennbar. Durch die Lochbleche sollen die von den Einlässen verursachten Jets der Trocknungsluft abgebremst und gleichmäßiger verteilt werden.



Abb. 5.3: Trocknungsband mit eingebauten Diffusorblechen und Lufteinlässen auf der rechten Seite

Während der Hopfenernte 2017 konnten die Ergebnisse der Strömungssimulation sowohl durch Messungen mittels einer Wärmebildkamera an der Doldenoberfläche des Hopfens als auch durch die Aufzeichnungen mit Hilfe von Data-Loggern bestätigt werden. Mit sogenannten Data-Loggern können die Temperatur in °C und die relative Luftfeuchtigkeit über einen festgelegten Zeitraum dokumentiert werden. Diese wurden sowohl in der linken als auch rechten Hälfte jeweils 50 cm von der Außenwand auf den zu trocknenden Hopfen gelegt. Dadurch konnten Temperatur und die relative Luftfeuchte unmittelbar über den zu trocknenden Hopfendolden während der Verweildauer im obersten Band gemessen werden. Der Verlauf der Temperatur und Luftfeuchte in Abb. 5.4 bestätigt, dass die Unterschiede zwischen der linken und rechten Bandhälfte gering sind und somit eine gleichmäßige Abtrocknung erfolgte.

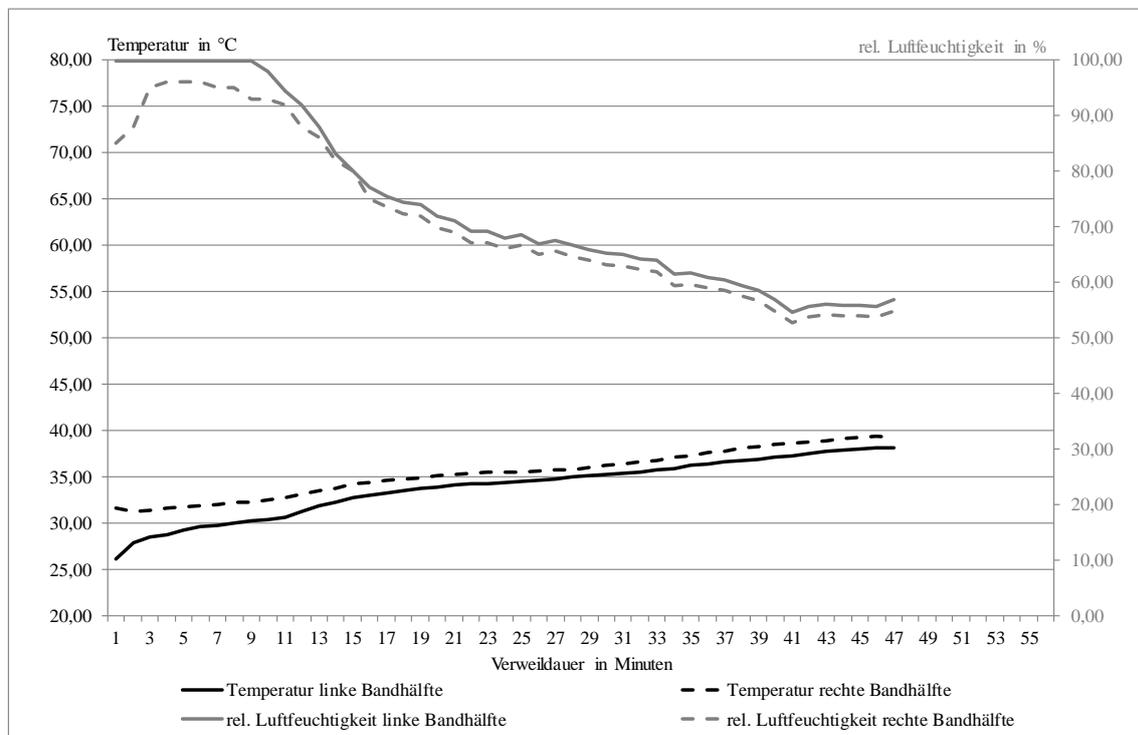


Abb. 5.4: Veränderung der Temperatur und relativen Feuchte der Abluft im oberen Trocknungsband

5.3 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 2017 zusammengefasst.

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

TS- und Alphasäurenmonitoring

In der Zeit vom 16.08. - 26.09.2017 wurden – über die Hallertau verteilt – von 4 Aroma- und 2 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.

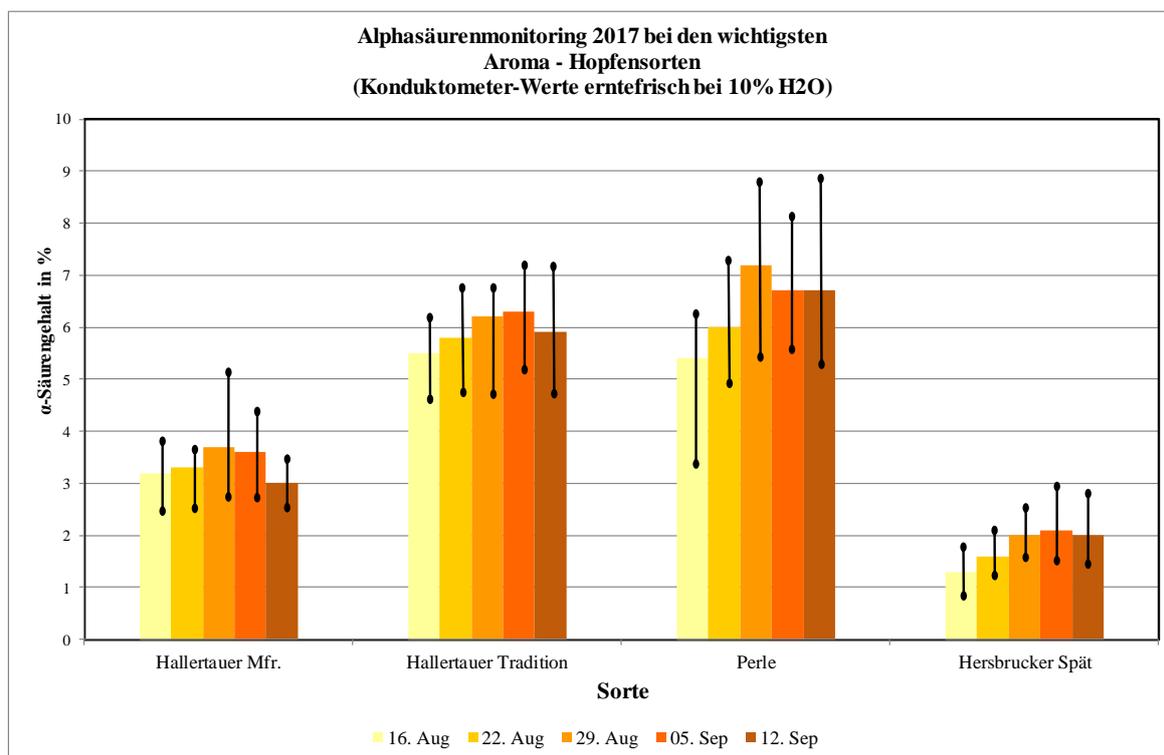


Abb. 5.5: Monitoring zur Entwicklung der Alphasäuregehalte 2017 bei den wichtigsten Aromasorten

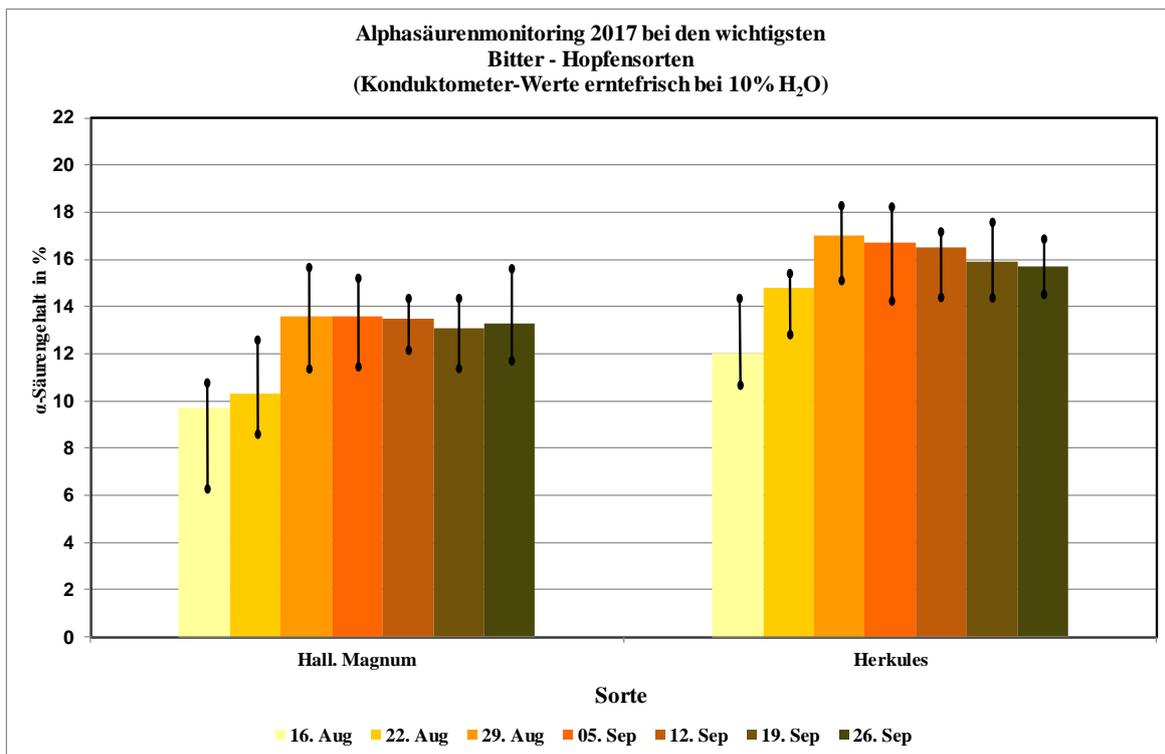


Abb. 5.6: Monitoring zur Entwicklung der Alphasäuregehalte 2017 bei den Hochalphasorten

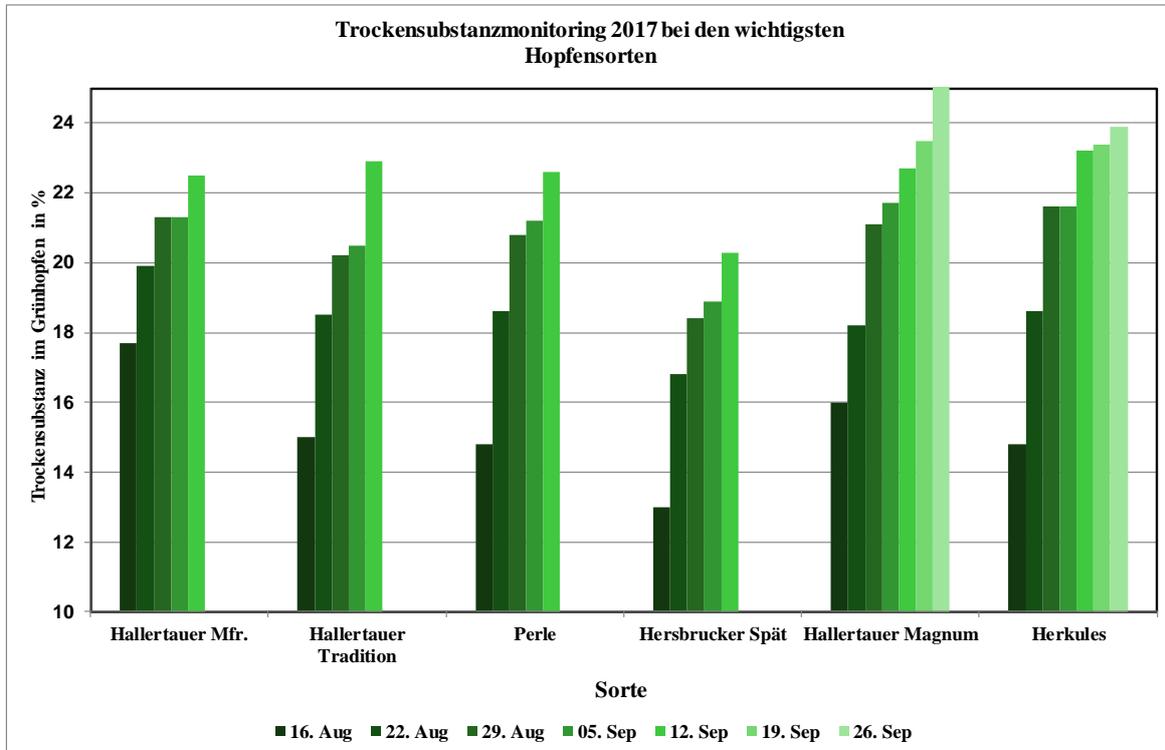


Abb. 5.7: Monitoring zur Entwicklung der Trockensubstanzgehalte 2017 der wichtigsten Hopfensorten

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 2017 von den 600 erwarteten Datensätzen nur 103 geliefert wurden, war eine Schichtung und Auswertung auch dieses Jahr nicht möglich.

5.3.2 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 29. Mai bis 31. Juli 2017 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.

5.3.3 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 (Probenteilung, Lagerung) ist im Pflichtenheft der „Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik“ genau festgelegt, ebenso welche Laboratorien die Nachuntersuchungen durchführen und welche Toleranzbereiche für die Analysenergebnisse zugelassen sind. Um die Qualität der 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.

5.4 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:

5.4.1 Informationen in schriftlicher Form

- Das „Grüne Heft“ Hopfen 2017 – 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 2 360 Stück von der LfL an die ÄELF und Forschungseinrichtungen und vom Hopfenring Hallertau an die Hopfenpflanzer verteilt.
- Über das Ringfax des Hopfenrings (2017: 50 Faxe in der Hallertau + 1 zusätzliches für Spalt mit 1 010 Abonnenten) wurden in 27 Faxen aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstaufrufe der LfL an die Hopfenpflanzer verschickt.
- Im Rahmen der Nmin-Bodenuntersuchung wurden 3 067 Ergebnisse auf Plausibilität kontrolliert und zum Versand an die Hopfenpflanzer freigegeben.
- In 2 ER-Rundschreiben des Hopfenrings und in 7 Monatsausgaben der Hopfen Rundschau wurden Beratungshinweise und Fachbeiträge für die Hopfenpflanzer veröffentlicht.

5.4.2 Internet und Intranet

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

5.4.3 Telefonberatung, Ansagedienste

- Der Peronospora-Warndienst wurde in der Zeit vom 09.05. - 05.09.2017 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. 1 600 Fällen telefonische Auskunft oder führten Beratungen in Einzelgesprächen oder vor Ort durch

5.4.4 Vorträge, Tagungen, Führungen, Schulungen und Versammlungen

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

5.4.5 Aus- und Fortbildung

- Themenstellung von 4 und Prüfung von 7 Arbeitsprojekten im Rahmen der Meisterprüfung
- 8 Unterrichtsstunden an der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen für die Studierenden im Fach Hopfenbau
- 1 Schultag des Sommersemesters der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen
- 1 Informationsveranstaltung für Berufsschüler von Pfaffenhofen
- Durchführung eines BiLa-Seminars „Hopfenbau“ an 4 Abenden
- 5 Treffen des Arbeitskreises „Unternehmensführung Hopfen“

6 Pflanzenschutz im Hopfen

Silvana Wolf, M.Sc. Biologie

6.1 Schädlinge und Krankheiten des Hopfens

6.1.1 Gemeine Spinnmilbe

Tab. 6.1: Befallsmonitoring der Gemeinen Spinnmilbe an 30 Standorten in den Bayerischen Anbaugebieten

Datum	Eier Ø	Spinnen Ø	Spinnmilbenindex pro Blatt		
			Ø	min.	max.
29.05.	0,27	0,25	0,07	0,00	0,80
05.06.	0,29	0,27	0,07	0,00	0,60
12.06.	0,38	0,47	0,10	0,00	0,45
19.06.	0,81	1,52	0,15	0,00	0,85
26.06.	1,40	0,25	0,25	0,00	0,85
03.07.	2,37	0,25	0,28	0,00	1,40
10.07.	0,92	1,77	0,22	0,00	0,80
17.07.	0,52	3,07	0,17	0,00	0,90
24.07.	0,28	2,29	0,09	0,00	0,90
31.07.	0,88	0,78	0,12	0,00	1,50
Hauptbehandlungszeitraum von 30.06. - 17.07. 7 Standorte mit zweifacher Behandlung					

Befall durch die Gemeine Spinnmilbe war 2017 über alle Standorte hinweg zu beobachten, jedoch nur auf vergleichsweise geringem bis mittleren Niveau. Mit einer gezielten Spritzung Anfang Juli konnte der Spinnmilbenbefall in zwei Dritteln der beobachteten Hopfengärten erfolgreich kontrolliert werden. Nur wenige Pflanzler behandelten ihre Bestände bereits bei beginnendem Befall Anfang Juni mit einem Akarizid. Diese Betriebe mussten dann teilweise eine zweite Spritzung nachlegen, um ihre Hopfen bis zur Ernte sauber zu halten.

6.1.2 Blattlaus

Der Blattlauszuflug am Standort Hüll setzte ab Ende Mai ein, jedoch auf einem äußerst geringen Niveau (2,5 Tiere/Blatt) im Vergleich zum Jahr 2011 (44 Tiere/Blatt). Die Blattlauspopulationen etablierten sich abhängig vom Standort sehr unterschiedlich, wie am 03.07. ein Maximum von 73 Tieren pro Blatt im Gegensatz zum Mittelwert von 3,8 Blattläusen zeigte. Heiße Temperaturen Anfang Juli dämmten ein weiteres Wachstum der Blattlauspopulationen in den Beständen ein, sodass im Rahmen des Schädlingsmonitorings 2017 (Tab. 6.2) an 11 Standorten während des gesamten Überwachungszeitraumes keine Behandlung notwendig war.

Ein Vergleich des Behandlungsindex in den Monitoringgärten über die letzten fünf Jahre hinweg weist allerdings auf einen Anstieg des Behandlungsindex hin. Während 2012 bis 2015 75 % der Flächen auf eine Blattlausbehandlung verzichten konnten, waren es 2017 nur 35 %.

Die Bekämpfungsmöglichkeiten gegen die Hopfenblattlaus sind stark eingeschränkt. Mit derzeit drei zugelassenen Wirkstoffen ist ein Resistenzmanagement nur schwer durchführbar. Zusätzlich gehört der Wirkstoff Imidacloprid der IRAC-Klasse 4A (Neonicotinoide) an und steht derzeit aufgrund seiner Bienengefährlichkeit (B1) in der öffentlichen Diskussion. Ein weiterer Wirkstoff, Pymetrozin, ist seit über 15 Jahren im Einsatz und weist daher bereits saisonbedingte Wirkungslücken auf. Bei Fortbestehen dieser Situation ist davon auszugehen, dass auch der dritte zugelassene Wirkstoff, Flonicamid, durch die häufige Anwendung auf einem Großteil der Fläche in absehbarer Zeit seine biologische Effizienz verlieren wird. Erste Indizien dafür liefern die Sprühturmversuche auf Wirkstoffsensitivität der Hopfenblattlaus im Labor.

Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass ein unerwartet starkes Auftreten der Blattläuse in den nächsten Jahren zu großen Schwierigkeiten hinsichtlich realisierbarer und effektiver Bekämpfungsstrategien führen kann.

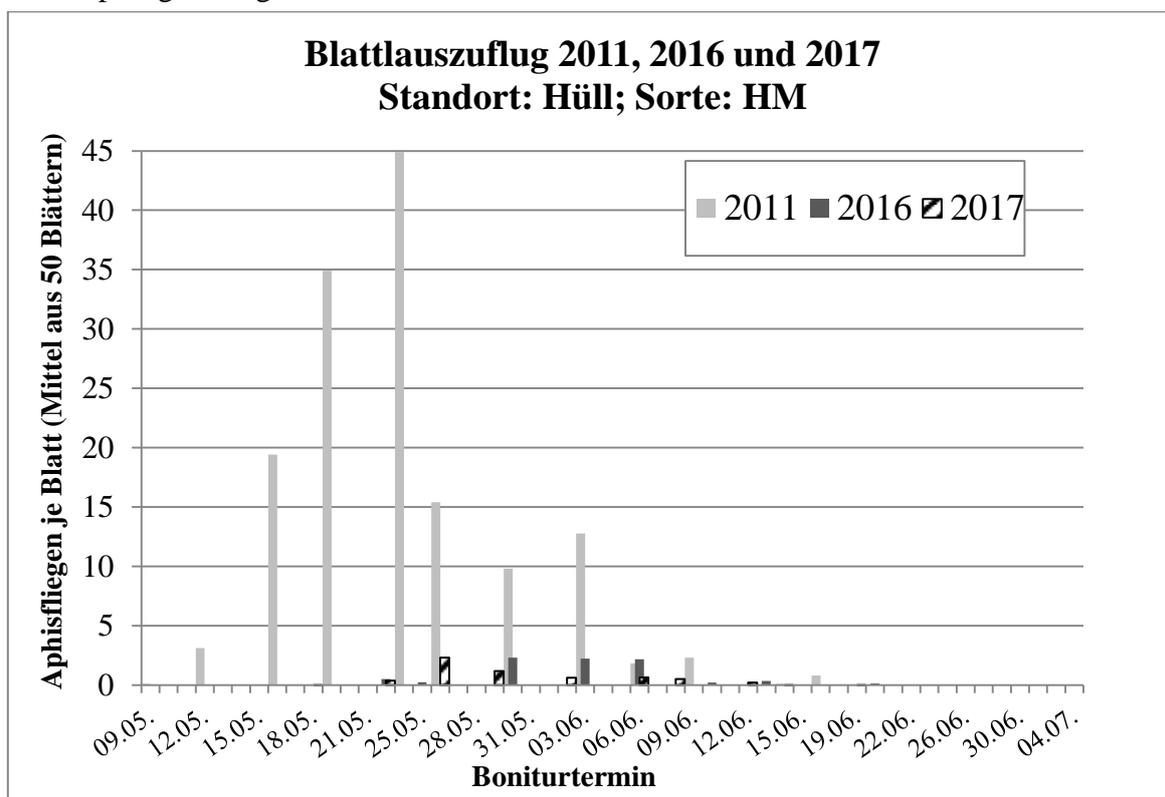


Abb. 6.1: Blattlauszuflug 2017 am Standort Hüll

Tab. 6.2: Monitoring des Blattlauszufluges und -befalls an 30 Standorten in den bayerischen Hopfenanbaugebieten

Datum	Aphisfliegen- Zuflug Ø	Blattläuse pro Blatt		
		Ø	min.	max.
29.05.	1,60	2,90	0,00	16,00
05.06.	1,00	3,10	0,00	16,80
12.06.	0,20	3,50	0,02	19,90
19.06.	0,00	2,90	0,00	26,80
26.06.	0,00	2,40	0,00	17,40
03.07.	-	3,80	0,00	73,20
10.07.	-	0,70	0,00	1,40
17.07.	-	0,20	0,00	0,50
24.07.	-	0,00	0,00	0,20
31.07.	-	0,00	0,00	0,30
Hauptbehandlungszeitraum 10.07. – 24.07., 11 Standorte ohne Behandlung				

6.1.3 Peronospora

Der Infektionsdruck mit Peronospora war 2017 sehr gering. Die Primärinfektion wurde wahrscheinlich durch Spätfröste, die Ende April zum Zeitpunkt des Anleitens auftraten, stark eingedämmt. Das Infektionspotential für die Sekundärinfektion blieb daraufhin bis in den August aufgrund der geringen Niederschläge minimal. Erst ab Mitte August stiegen die Niederschlagsmengen bei gleichbleibend moderaten Temperaturen an, sodass die Zoosporangienzahl die Schwellenwerte überschritten und eine Behandlung erforderlich wurde. Am 14.08. wurde zunächst ein Spritzaufwurf für anfällige Sorten veröffentlicht, der jedoch aufgrund steigender Sporenzahl und infektionsfördernder Witterung auf alle Sorten erweitert wurde. Somit rief der Warndienst über die gesamte Vegetationsperiode nur vier Mal zur Spritzung auf.

Tab. 6.3: Warndienst zu Peronospora 2017

Fax- Nr.	Datum	Hinweis Pero- Primär	Spritzaufrufe		
			anfällige Sorten	alle Sorten	späte Sorten
42	11.07.			x	
58	02.08.			x	
66/68	14.08/17.08		(x)	x	
74	25.08			x	
Anzahl Spritzaufrufe				4	

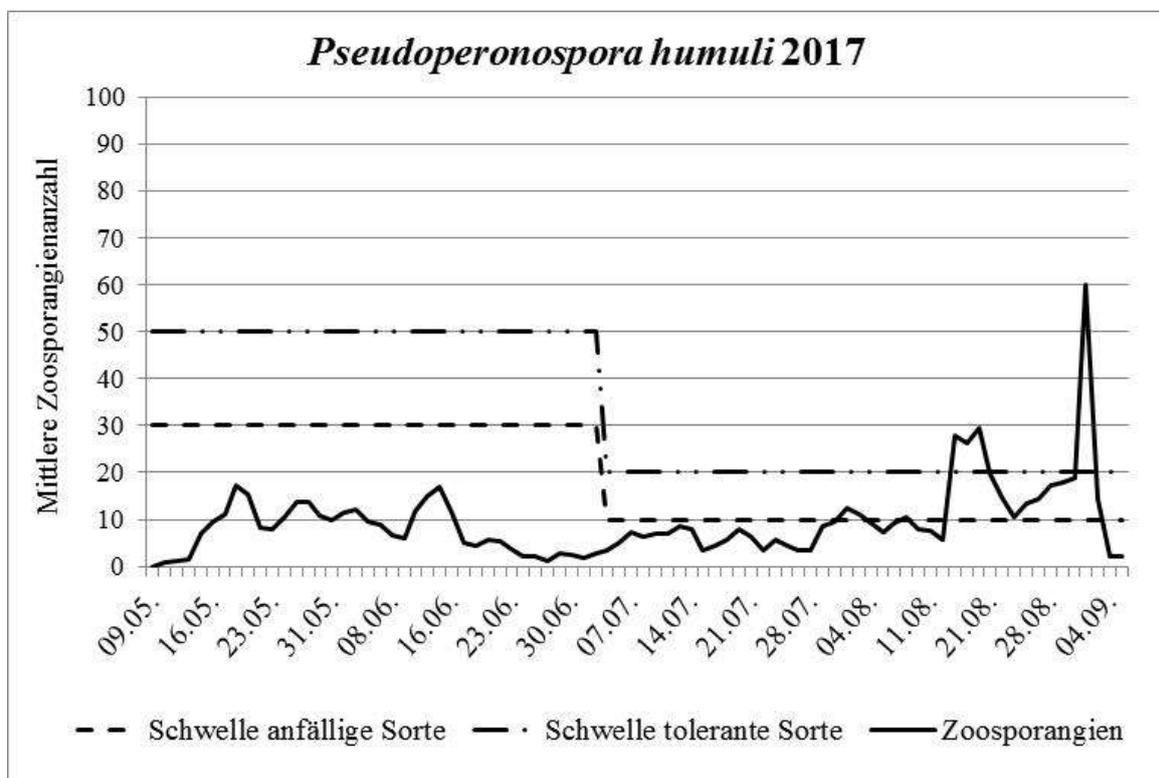


Abb. 6.2: Peronospora Warndienst 2017 – Durchschnittlicher Zoosporangienflug von 5 Standorten in der Hallertau.

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

Die Bekämpfung der *Verticillium*-Welke in deutschen Hopfenanbaugebieten ist eine langfristige Aufgabe. Forschung und Beratung der LfL sind von zentraler Bedeutung, um die Hopfenpflanzler im Kampf gegen *Verticillium* zu unterstützen.

Sanierung *Verticillium*-infizierter Böden und Selektion von *Verticillium*-tolerantem Zuchtmaterial

Ansprechpartner: S.Euringer
Telefon: 08442 9257-35
E-Mail: simon.euringer@lfl.bayern.de

Ziel

Seit dem ersten Auftreten von letalen *Verticillium nonalfalfae* Stämmen, dem Erreger der aggressiven Form der Hopfenwelke in der Hallertau, ist eine kontinuierliche Ausbreitung der Befallsfläche zu beobachten. Der Erreger, ein im Boden lebender Pilz mit einem breiten Wirtsspektrum kann 4-5 Jahre im Boden in Form eines Dauermyzels überdauern und ist nicht direkt bekämpfbar. Zum Management des Krankheitsbefalls soll ein integrierter Ansatz bestehend aus Hygienemaßnahmen, Züchtungsanstrengungen, angepasster Kulturtechnik und Sanierungskonzepten umgesetzt werden. Eine schnelle Transformation gewonnener Erkenntnisse soll den betroffenen Hopfenpflanzern Hilfestellung bei der Umsetzung von Managementmaßnahmen auf befallenen Flächen geben und zu schnellstmöglichen Sanierungserfolgen beitragen.

Methode

Im Rahmen von Praxiserhebungen bei Hopfenbetrieben ohne Welkeprobleme und Betrieben mit Welkebefall in der Hallertau sollen Daten gewonnen werden, die zu wirksamen kulturtechnischen Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung des Pilzbefalls führen und in der Praxis umgesetzt werden können. Zur Unterstützung der Züchtung resistenter Sorten soll das bisher etablierte Feldselektionssystem zur Prüfung der Welke-Toleranz von Zuchtstämmen betreut, ausgewertet und weiterentwickelt werden. Die bei Befallsflächen erforderliche Sanierung soll wissenschaftlich betreut werden und dabei innovative Ansätze zur Optimierung der Bodensanierung erarbeitet werden. Zusätzlich sollen die bereits erarbeiteten Detektions- und Analyseverfahren von *Verticillium* weiterentwickelt und optimiert werden. Es soll überprüft werden, ob eine Testung des Bodens über ein hoch Welkeempfindliches Zeigerpflanzensystem ein zielführender Ansatz ist, um den Erfolg einer Bodensanierung überprüfen und kontrollieren zu können.

Ergebnis

Das *Verticillium*-Jahr 2017

Das Hopfenjahr 2017 war im Vergleich zu 2016 kein „Welkejahr“. Diese subjektive Bewertung ist für einen Großteil der Hallertau als Anbaugebiet richtig, jedoch nicht in jeder Befallsregion allgemein gültig. In ungünstigen Lagen kam es 2017 trotzdem zu einer Erhöhung des *Verticillium*-Drucks. Diese Beobachtung konnte anhand des Vergleichs von Luftbildaufnahmen von 2016 und der Befallsbonitur 2017 bestätigt werden.

Kooperation mit Praxisbetrieben

Zusammen mit den Landwirten wurden für *Verticillium*-Befallsflächen Strategien erarbeitet, um die Ausbreitung von *Verticillium* zu stoppen und den *Verticillium*-Druck möglichst zu reduzieren. Der Befall auf diesen Flächen wurde anhand von Einzelstockbonituren als Ausgangsbefall definiert und die Hopfenanlage anhand des Reliefs und Bodenschätzung charakterisiert. Der Erfolg dieser Bekämpfungsstrategien wird anhand der Ausbreitung sowie der Symptomausprägung in den folgenden Erntejahren bewertet.

Begleitend zu den Symptombonituren wurden im Jahr 2017 500 Hopfenproben aus dem Hüller Zuchtgarten, den Selektionsgärten in Niederlauterbach und Engelbrechtsmünster sowie von 22 Praxisflächen mittels Realtime-PCR auf *Verticillium* analysiert (siehe Kapitel 4.5). Davon wurde in 220 Fällen zusätzlich eine spezifische PCR durchgeführt. Mit diesen Ergebnissen konnten die Bonituren auf den jeweiligen Flächen bestätigt werden und zudem die Verteilung von *Verticillium* sowie die Aggressivität der jeweiligen *Verticillium*massen festgestellt werden. In 20 von 22 Praxisfällen wurde eine Mischung aus milden und letalen Stämmen nachgewiesen. Der hohe Anteil an aggressiven *Verticillium*-Stämmen ist nicht repräsentativ für die Hallertau, sondern ist darin begründet, dass diese Flächen gezielt für Praxiswelkeversuche ausgesucht wurden.

Entwicklung eines Erklärungsmodells zur Darstellung der saisonalen Schwankungen der *Verticillium*-Welke

Nach aktuellem Kenntnisstand ist der Pilz *Verticillium nonalfalfae* nicht in allen Böden der Hallertau verbreitet. In infizierten Hopfengärten ist die Ausbildung von optischen Symptomen jedoch nicht auf einen einzelnen Faktor reduzierbar. Um die komplexen Zusammenhänge der *Verticillium*-Welke des Hopfens verständlicher darzustellen, wurde ein systemorientiertes Erklärungsmodell entwickelt.

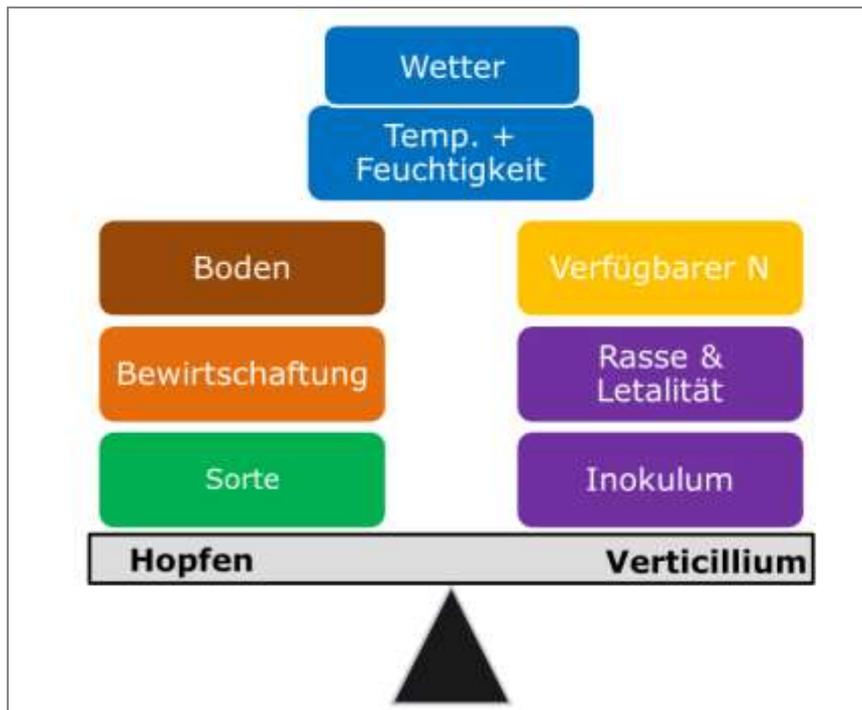


Abb. 6.3: Erklärungsmodell *Verticillium*-Welke des Hopfens - Auftreten von saisonalen Schwankungen

Im Erklärungsmodell (Abb. 6.3) sind die wichtigsten Einflussfaktoren auf die *Verticillium*-Welke auf einer Waage dargestellt. Diese Faktoren beeinflussen sowohl den Hopfen als auch direkt den Erreger, können sich jedoch auch gegenseitig beeinflussen. Das Ergebnis der komplexen Wechselwirkungen dieser Faktoren ist die Ausprägung der Welkesymptome. Diese Faktoren können grob in drei Gruppen unterteilt werden:

- Nicht beeinflussbar: Wetter, *Verticillium*-Rasse & Letalität
- Bedingt beeinflussbar: Boden, verfügbarer N (Stickstoff)
- Beeinflussbar: Bewirtschaftung, Sorte, Inokulum

Das Ziel des integrierten Krankheitsmanagements ist es, alle beeinflussbaren Faktoren so anzupassen, um die Gesundheit des Hopfens möglichst zu fördern und den *Verticillium*-Druck zu reduzieren. Da keine direkte Bekämpfung von *Verticillium* bis heute möglich ist, sind vorbeugende Maßnahmen und das frühzeitige Erkennen des Befalls von essentieller Wichtigkeit. Mögliche phytosanitäre und pflanzenbauliche Maßnahmen, die dem Hopfenpflanzler zur Verfügung stehen, sind im Grünen Heft aufgelistet. Bei sehr hohem Befallsdruck oder bei besonders aggressiven *Verticillium*-Stämmen kann unter Umständen nur die Rodung des gesamten Bestandes oder einer Teilfläche mit anschließender Sanierung zu einer Reduktion des *Verticillium*-Inokulums (Erregermasse) führen. Die Ausbreitung von *Verticillium* generell und insbesondere der letalen Rassen im Bestand und zwischen Beständen muss unbedingt vermieden werden.

Sanierung *Verticillium*-infizierter Böden

Im Rahmen des Projekts Forschung zur *Verticillium*-Welke sollen praxistaugliche Methoden zur Sanierung von mit *Verticillium* befallenen Hopfengärten erprobt und weiterentwickelt werden.

Projektziele:

- Evaluierung von verschiedenen Sanierungsmethoden
- Adaptation an den Hopfenbau

Vorgehensweise:

- Feststellung des Ausgangsbefalls anhand der Symptomatik
- Roden des infizierten Bestandes
- Durchführung der Sanierungsmaßnahmen:
 - Stilllegung
 - Ackerbau (Fruchtfolge mit hohem Gräseranteil)
 - Anbau von Nicht-Wirtspflanzen (Gräser)
 - Biologische Bodenentseuchung: (Einarbeiten der Biomasse/Luftabschluss durch Abdecken des Bodens)
- Nullkontrolle:
 - Fortführung des infizierten Bestandes als Nullkontrolle bis die Maßnahmen auf der Sanierungsfläche abgeschlossen sind
 - Roden des infizierten Bestandes
- Anbau einer toleranten Sorte
- Bewertungshorizont: mindestens 2 Jahre



Abb. 6.4: Hopfengarten mit massiven Welkeschäden

7 Ökologische Fragen des Hopfenbaus

Dr. Florian Weihrauch, Dipl.-Biol.

Die Aufgabe der 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 *Metarhizium*-Versuch zur Erdflohbekämpfung, Laipersdorf 2017

Im Zuge des vom StMELF finanzierten Forschungsvorhabens „Entwicklung von Methoden zur Bekämpfung des Hopfen-Erdflöhs *Psylliodes attenuatus* im Ökologischen Hopfenbau“ wurde als Teilprojekt ein Exaktversuch zur Bekämpfung der Larven des Hopfen-Erdflöhs angelegt. Standort war ein Hopfengarten der Sorte Saphir im fränkischen Laipersdorf bei Schnaittach. Für den Versuch wurden dort für die drei Versuchsglieder (jeweils vierfach wiederholt) 12 Parzellen mit je 63 Hopfenstöcken (3 Bifänge und 3 Säulenlücken) angelegt. Im Versuch wurde der entomopathogene Pilz *Metarhizium anisopliae* (Stamm Na43) zur Bekämpfung der Erdfloh-Larven im Boden in zwei verschiedenen Formulierungen verwendet, die von unserem Kooperationspartner Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Biologischen Pflanzenschutz in Darmstadt (Dr. Dietrich Stephan) hergestellt wurden. Zum Einsatz kamen ein Granulat (mit dem Pilz überzogene, ‚gecoatete‘ Hirsekörner analog dem Met52-Granulat) und eine Suspension. Das Granulat wurde am 24. Mai sofort nach dem manuellen Entlauben des Versuchsgartens per Hand appliziert (Aufwandmenge: 50 kg/ha im Band auf den Bifang), mit Kompost abgedeckt und anschließend die Bifänge angeraint. Somit war gewährleistet, dass der Pilz nicht austrocknen konnte und ideale Voraussetzungen für die Vermehrung vorfand. Die Suspension wurde am 23. Juni ebenfalls von Hand gegossen (Aufwandmenge: $3,2 \times 10^{11}$ Pilzkonidien in 60 L Wasser pro Parzelle). Die unbehandelte Kontrolle bildete das dritte Versuchsglied.

Zur Erfolgskontrolle der Behandlungen wurde am 14. Juli zentral in jeder Versuchsparzelle auf dem Bifang jeweils ein Photoelektroskop mit einer Grundfläche von 1 m^2 aufgebaut, mit denen es möglich war, die schlüpfenden Käfer quantitativ zu erfassen. Die Elektroskopen blieben bis zum 31.08. stehen und die Kopfdosen, in denen die geschlüpften Insekten gefangen werden, wurden in wöchentlichen Intervallen insgesamt sieben Mal geleert.

Die pro Woche in einem Photoelektroskop gefangenen Käfer bewegten sich in einer Spanne von 10 Individuen (Parzellen 1a, Kontrolle, 02.08., und 3c, Suspension, 31.08.) bis zu einem Maximum von 2073 Individuen (Parzelle 3d, Suspension, 10.08.). Während aller Leerungstage war allerdings kein Effekt der eingesetzten entomopathogenen Pilze auf den Schlupf der Käfer zu verzeichnen und die verschiedenen Varianten unterschieden sich in keinem Fall signifikant. In jedem Fall erstaunlich war dagegen die Bewertung des Gesamtfanges: Bei einem konservativ angesetzten durchschnittlichen Fang von 2.000 Käfern pro m^2 Bifangbereich, d.h. auf nur einem Drittel der Gesamtfläche, ergibt sich eine Jahresproduktion von 6 Millionen Erdflöhen pro Hektar bzw. 3.000 Tieren pro Hopfenstock. Damit wurde der im Vorjahr 2016 in einem anderen Öko-Garten (Standort Haushausen bei Wolnzach) ermittelte Wert von 1,2 Millionen Tieren pro Hektar sogar um den Faktor 5 übertroffen. Dies belegt den enormen Druck, dem die Hopfenpflanzen bei einer unkontrollierten Vermehrung von *P. attenuatus* ausgesetzt sein können.



Abb. 7.1: Applikation des Metarhizium anisopliae-Granulates per Hand im Versuchsgarten.



Abb. 7.2: Metarhizium anisopliae-Granulat auf dem Bifang.



Abb. 7.3: Bedecken des Granulates mit Kompost und Anrainen der Bifänge.



Abb. 7.4: Aufbau der Photoektoren zentral in jeder Parzelle des Versuchsgartens.

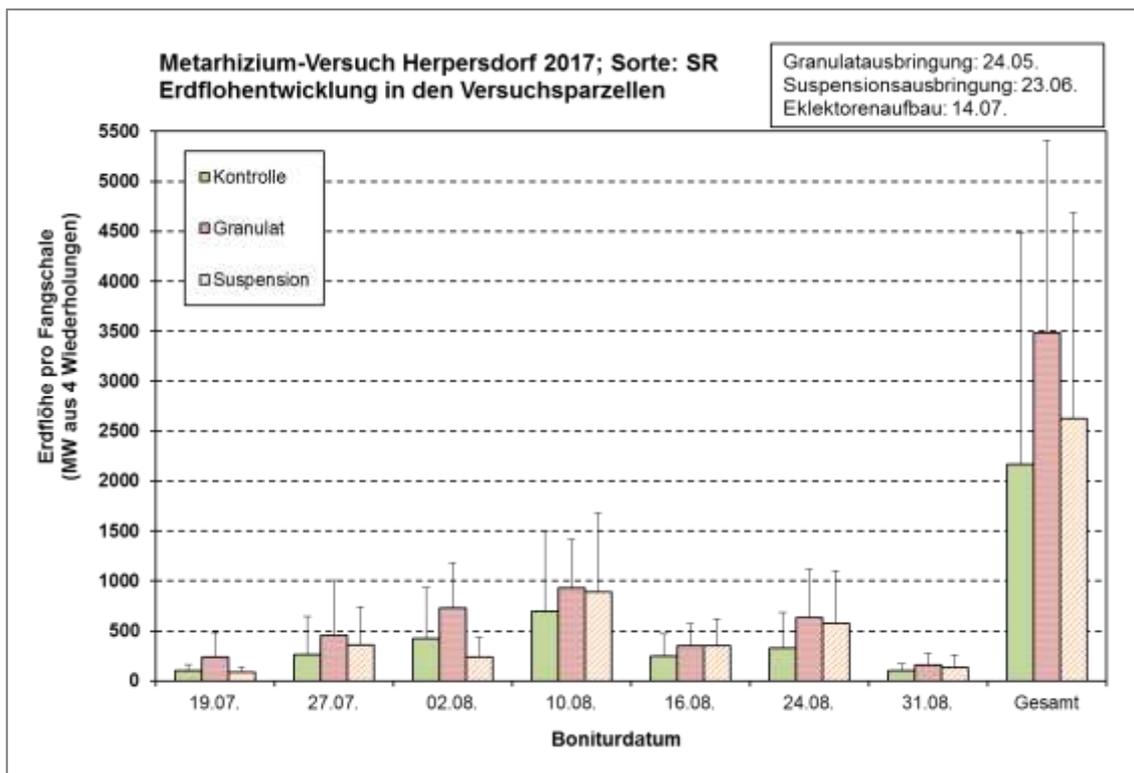


Abb. 7.5: Fänge von frisch aus der Puppe geschlüpften Hopfen-Erdflöhen im Öko-Versuchsgarten Laipersdorf im Sommer 2017. Bei einem konservativ angesetzten durchschnittlichen Fang von 2000 Käfern pro m^2 Bifangbereich, d.h. auf nur einem Drittel der Gesamtfläche, ergibt sich eine Jahresproduktion von 6 Millionen Erdflöhen oder 3000 Tieren pro Stock.

7.2 Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen und integrierten Hopfenbau

EU-weit besteht die Forderung, auf kupferhaltige Pflanzenschutzmittel zukünftig ganz zu verzichten. In der Landwirtschaft gilt Kupfer dagegen bei vernünftiger Anwendung als ungefährlich. Öko-Hopfenbaubetriebe sind wie der gesamte Ökologische Landbau nach wie vor auf diesen Wirkstoff angewiesen, da er die einzige Option zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten wie der Hopfen-Peronospora darstellt.

Nach einem vierjährigen BÖLN-Projekt (2010-2014) mit der Vorgabe, die ausgebrachte Kupfermenge im Öko-Hopfenbau von erlaubten 4 kg pro ha und Jahr um 25% zu reduzieren, werden seit 2014 weitere Minimierungsstrategien geprüft – aktuell auf einem Naturland-Betrieb in Schweinbach. Mit modernen Kupfer-Hydroxiden und einer neuartigen Verkapselungstechnik („CuCaps“) wurde in praktisch jedem Fall mit 3 kg/ha der gleiche Bekämpfungserfolg erzielt wie früher mit 4 kg/ha Cu-Oxychlorid. Die Mischungen mit Synergisten ergaben fast immer Wirkungsverbesserungen. Vielversprechende Mischpartner sind derzeit v.a. verkapselter Hopfen-Extrakt und Bio-Flavonoide.

Dazu kommt mittlerweile ein Kupfer-Monitoring im Öko-Hopfenbau, das im Rahmen des „Strategiepapier zu Kupfer als Pflanzenschutzmittel unter besonderer Berücksichtigung des Ökologischen Landbaus“ seit 2010 alljährlich in allen wichtigen Kulturen Deutschlands (neben Hopfen noch Wein, Obst, Ackerbau, Gemüse und Kartoffeln) durchgeführt wird.

Die sehr heterogenen Ergebnisse des Monitorings in den vergangenen acht Jahren belegen die starken jährlichen Schwankungen beim Befallsdruck durch die Hopfenperonospora (Abb. 7.6). Der durchschnittliche Kupfereinsatz im deutschen Ökohopfenbau zeigt dennoch einen eindeutigen Trend nach unten und lag in der vergangenen Pentade unter 3 kg Reinkupfer pro ha, was auch die Anstrengungen der Öko-Hopfenbauern zur Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Fungizide belegt. Die Reduktion des Kupfer-Einsatzes um 25 % ist also mittlerweile Realität geworden, wobei dies einschränkend nur für tolerante Hüller Zuchtsorten gilt; anfällige Landsorten sind mit reduziertem Kupfereinsatz als Öko-Hopfen kaum kultivierbar.

Eminent wichtig für eine erfolgreiche Umsetzung der Kupfer-Minimierungsstrategie wäre in jedem Fall die Einführung eines ‚Kupfer-Kontos‘, das jedem Betrieb die Aufteilung der erlaubten Einsatzmenge als ‚Hofter-Bilanz‘ über fünf Jahre gestattet, um auf witterungsbedingten Befallsdruck flexibler reagieren zu können. Eine weitere Reduktion in Richtung 2 kg/ha sollte in Kombination von Kupfer-Präparaten der nächsten Generation mit anderen öko-tauglichen Mitteln und neuen Strategien als konkretes nächstes Ziel in Richtung eines nachhaltigen Kupfer-Managements angestrebt werden. Ein völliger Verzicht auf Kupfer-Produkte ist im ökologischen Hopfenbau aber leider nach wie vor nicht in Sicht.

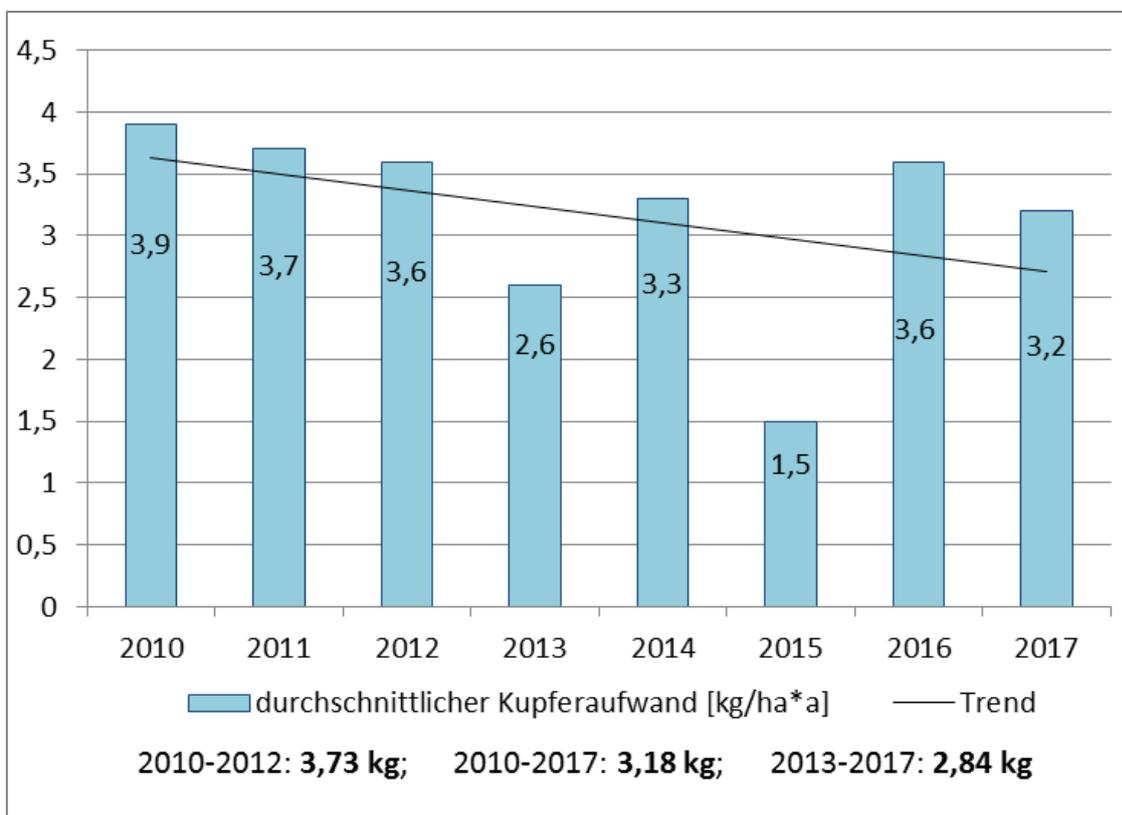


Abb. 7.6: Die im Ökologischen Hopfenbau in Deutschland in den Jahren 2010 bis 2017 durchschnittlich eingesetzte Menge an Reinkupfer in kg/ha pro Jahr zur Bekämpfung der Hopfen-Peronospora.

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 kann ohne Hopfenanalytik keine Hopfenzüchtung und Hopfenforschung betrieben werden.

Der Hopfen hat drei Gruppen von wertgebenden Inhaltsstoffen. Dies sind in der Reihenfolge ihrer Bedeutung die Bitterstoffe, die ätherischen Öle und die Polyphenole (Abb. 8.1).



Abb. 8.1: Die wertgebenden Inhaltsstoffe des Hopfens

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- bzw. unterschritten wird.

Die Wirkungen des Hopfens im Bier sind sehr vielfältig. Seine wichtigsten Eigenschaften sind jedoch, dass er dem Bier die feine Bittere und das angenehme feine Aroma gibt (Abb. 8.2).

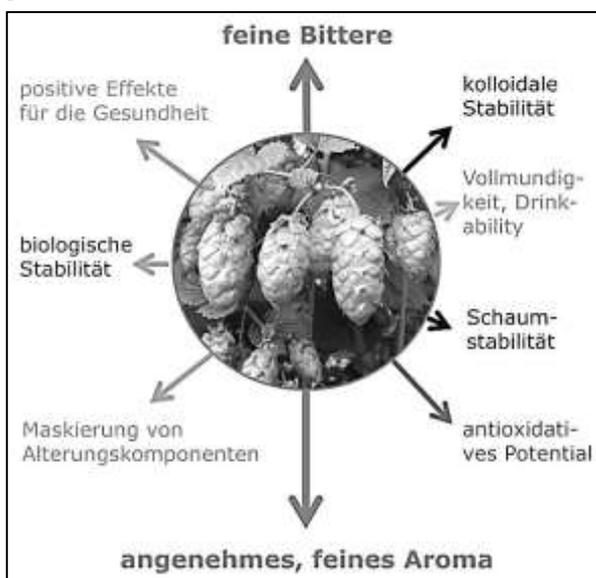


Abb. 8.2: Was bewirkt der Hopfen im Bier

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. Bier besteht zu 92 % aus Wasser und 5 % Ethanol, deshalb werden vor allem Substanzen mit ähnlicher Polarität aus dem Hopfen herausgelöst. Eine alte alchemistische Weisheit lautet:

„Similia similibus solvuntur“ = „Ähnliches wird mit ähnlichem gelöst“

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 Aromen bekommen. Aber auch unpolare Substanzen wie Myrcen werden in Spuren gelöst. Die Gruppe der Polyphenole ist ebenfalls auf Grund ihrer Polarität gut löslich. Ein begrenzender Faktor bei der Kalthopfung 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 23.096 ha im Jahr 2017 nochmals 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 sogenannte „gewisse Etwas“ parallel im Gehirn verarbeitet werden (Abb. 8.3). 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. 8.3: 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. 8.4).



Abb. 8.4: 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. 8.5).

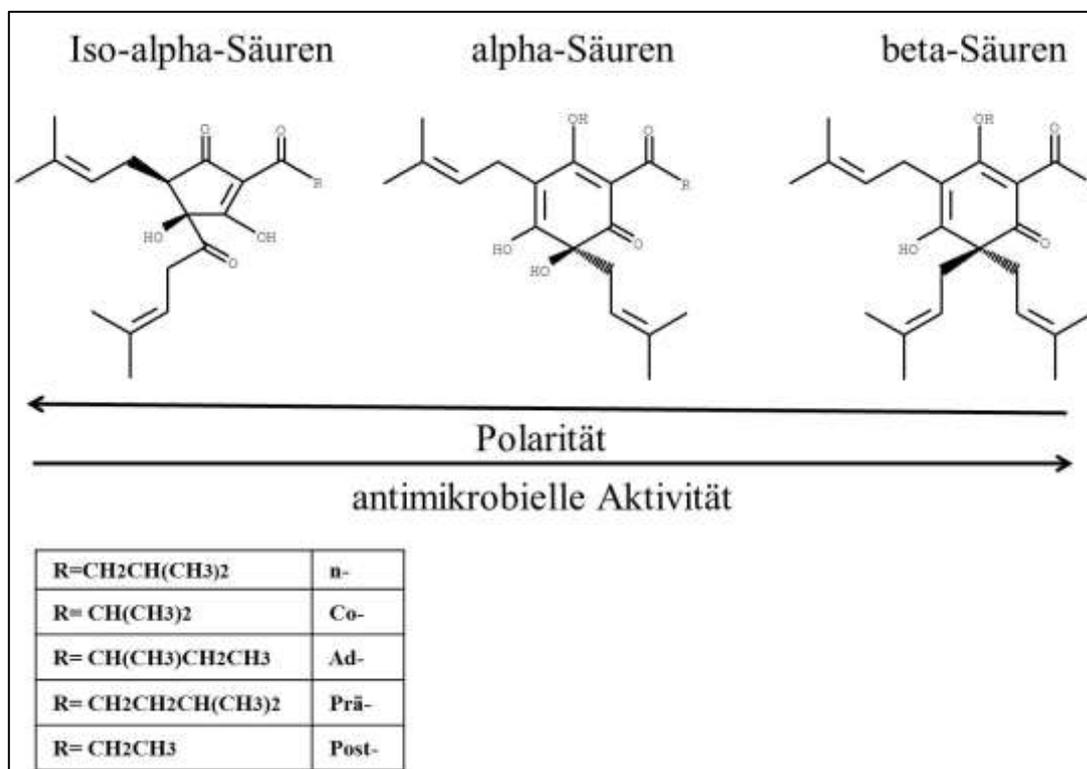


Abb. 8.5: Reihenfolge der antimikrobiellen Aktivität von Iso- α -Säuren, α -Säuren und β -Säuren

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 (Abb. 8.6).

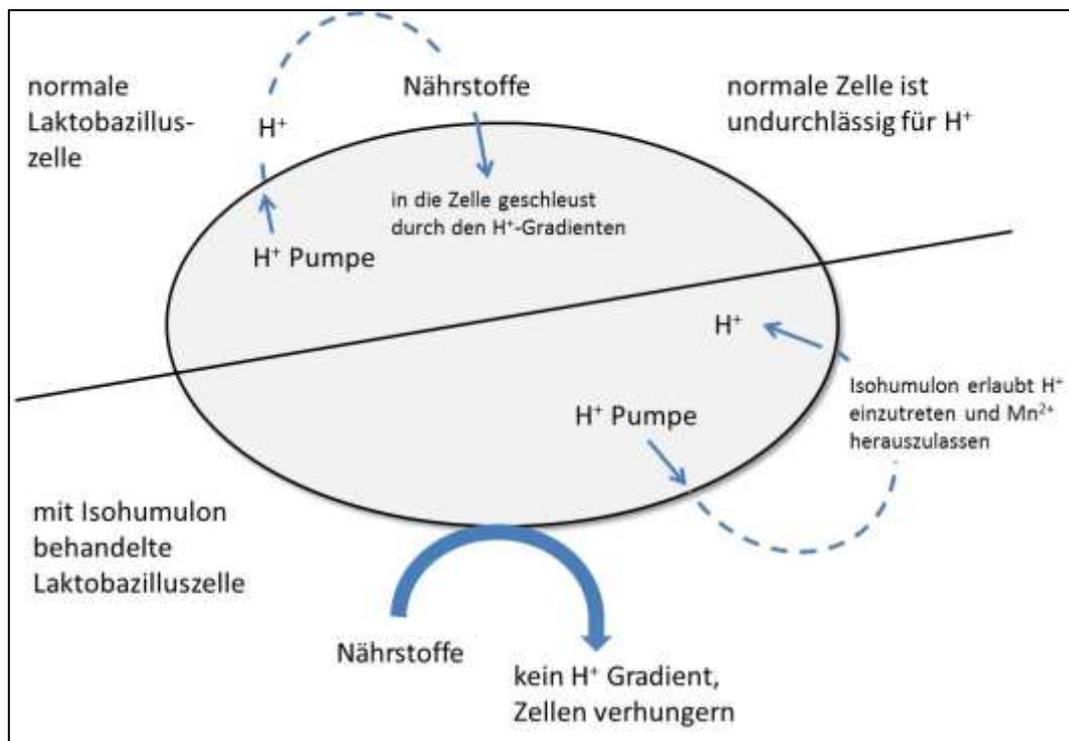


Abb. 8.6: Zerstörung des pH-Gradienten am Beispiel einer Laktobazillus-Zelle nach Buggy, L., Price, A., Stapely, S., J.

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. Diese Sorte wird zur Herstellung von Tee genutzt.

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. 8.7), am interessantesten ist jedoch, dass Xanthohumol gegen Krebs wirkt.

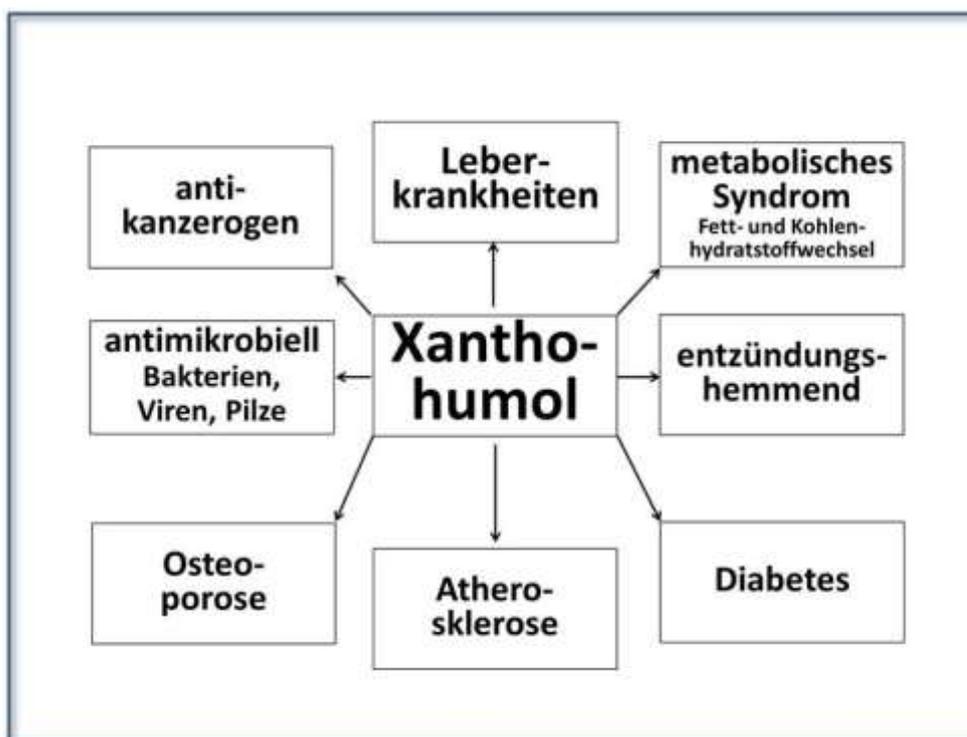


Abb. 8.7: Xanthohumol hilft gegen beinahe alles

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 2016)

Vom Welthopfensortiment werden jedes Jahr die ätherischen Öle mit Headspace-Gaschromatographie und die Bitterstoffe mit HPLC analysiert. Die Tab. 8.1 zeigt die Ergebnisse des Erntejahres 2016. Sie kann als Hilfsmittel dienen, um unbekannte Hopfensorten einem bestimmten Sortentyp zuzuordnen.

Tab. 8.1: Welthopfensortiment (Ernte 2016)

Sorte	Myr- cen	2-M.-iso- butyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Lina- lool	Aroma- dendren	Unde- canon	Hu- mulen	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
Admiral	4539	1416	0	112	79	0	13	694	6	24	4	6	54	0	0	15,0	6,2	0,41	43,9	64,7
Agnus	1022	139	0	7	20	0	5	247	0	25	6	9	49	0	3	8,9	5,8	0,65	36,9	58,8
Ahil	3716	849	102	5	32	0	20	472	31	23	8	16	48	3	13	8,6	4,4	0,51	32,7	54,0
Alliance	2127	246	1	3	35	0	16	663	4	27	4	5	58	0	0	4,7	2,6	0,54	31,9	52,9
Apolon	5135	159	116	13	45	0	4	515	50	24	6	11	48	0	10	7,5	4,3	0,58	27,5	48,3
Aquila	3662	97	4	108	39	54	33	45	0	30	55	113	32	206	13	7,3	5,2	0,71	47,5	71,0
Ariana	3304	722	323	75	39	0	48	718	0	28	21	38	62	2	2	11,6	5,8	0,50	40,8	58,7
Aromat	6748	21	3	25	114	0	50	777	49	27	3	5	54	0	3	2,6	4,4	1,70	24,6	41,3
Atlas	4488	1568	70	7	36	0	3	455	31	20	8	16	42	0	23	6,5	3,7	0,57	39,6	61,3
Aurora	3977	366	6	199	68	0	68	611	50	20	3	4	49	0	3	9,9	4,5	0,46	21,6	46,6
Backa	4111	1526	0	25	54	0	17	667	12	30	3	5	59	0	0	7,6	5,4	0,71	41,4	63,4
Belgisch Spalter	3345	460	2	42	47	9	24	394	3	30	23	51	48	88	1	4,5	3,1	0,68	24,5	47,9
Blisk	3018	806	105	3	54	0	7	566	21	28	7	13	53	0	14	8,8	3,7	0,42	31,9	54,6
Bobek	4899	282	37	287	92	0	47	646	49	23	4	6	53	0	6	7,2	6,1	0,84	24,6	45,4
Bor	3889	181	0	241	16	0	18	679	0	19	3	4	46	0	2	9,5	4,6	0,49	22,4	45,6
Bramling Cross	6491	811	37	15	93	5	43	634	0	50	14	26	92	31	2	4,4	3,5	0,8	33,4	59,4
Braustern	2892	426	3	119	20	0	16	561	0	26	3	4	55	0	1	8,4	5,2	0,62	25,9	47,5
Brewers Gold	1326	443	46	16	23	0	2	368	0	24	8	14	54	0	12	7,7	5,3	0,69	41,5	65,3
Brewers Stand	9113	2970	226	33	122	36	68	109	0	253	83	166	416	263	19	8,2	4,9	0,60	28,1	47,8
Buket	3090	616	3	120	51	0	45	626	16	29	3	5	59	0	2	8,8	4,5	0,51	22,2	52,3
Bullion	2104	459	58	17	28	0	5	404	0	25	10	20	51	2	2	6,7	5,4	0,81	40,4	64,0
Callista	4756	472	173	16	119	0	24	720	0	34	40	82	68	0	0	4,3	10,1	2,36	18,5	36,5
Cascade	4540	744	128	31	46	0	12	562	24	26	12	22	56	0	4	9,5	6,8	0,71	33,8	52,9
Chang bei 1	4951	422	9	7	72	0	43	587	21	33	21	42	62	47	1	4,4	4,7	1,07	24,9	45,6

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	γ -Mucrolen	β -Selinen	α -Selinen	β,γ -Cadinen	Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/a	Columon	Columulon
Chang bei 2	4634	16	10	5	78	0	47	576	22	28	17	33	52	53	1	3,9	4,4	1,13	19,5	40,5
Columbus	1726	296	55	14	24	0	3	332	0	56	11	18	109	27	2	17,4	5,8	0,34	32,9	56,4
Comet	2174	155	24	69	21	0	6	12	0	6	36	79	11	30	2	8,9	4,0	0,45	39,2	61,0
Crystal	3082	69	6	18	67	46	21	532	0	45	40	80	56	106	2	1,7	5,7	3,36	16,8	33,4
Density	5491	430	0	10	87	0	38	670	0	25	3	6	51	0	0	4,4	3,7	0,84	34,5	60,6
Early Choice	5163	402	0	111	26	0	16	618	6	19	40	88	43	0	1	2,4	2,0	0,85	33,4	49,2
Eastwell Golding	2882	192	0	35	31	0	15	675	0	23	4	5	53	0	1	6,1	3,8	0,62	24,4	46,1
Emerald	2426	137	16	49	11	0	16	673	0	21	3	5	50	0	1	5,9	5,1	0,87	26,2	44,5
Eroica	3991	1264	176	178	11	0	13	445	0	22	9	17	44	0	1	10,4	8,4	0,81	38,2	61,0
Estera	3616	419	0	16	55	0	15	663	20	23	3	4	53	0	1	3,3	2,7	0,82	30,5	48,9
First Gold	3099	839	0	48	47	0	23	567	14	22	84	171	51	0	1	8,8	4,5	0,51	30,5	55,3
Fuggle	2127	387	4	38	46	0	13	464	20	23	4	5	51	0	1	5,1	3,5	0,68	29,5	48,6
Galena	2856	757	130	304	9	0	10	433	0	21	14	26	47	1	1	10,5	8,5	0,81	39,7	60,2
Ging Dao Do Hua	6434	1838	0	8	53	0	23	567	2	49	35	72	99	3	5	5,5	5,0	0,9	45,4	66,5
Glacier	5381	35	5	17	67	0	20	685	0	23	4	5	54	0	2	5,9	8,7	1,47	10,1	34,2
Golden Star	8134	2047	0	10	58	0	24	593	0	50	36	74	102	1	5	5,0	4,7	0,93	47,2	69,3
Granit	2421	184	20	20	13	0	49	494	0	19	8	16	42	0	1	7,9	4,5	0,57	22,8	44,7
Green Bullet	9313	525	29	47	49	0	22	707	0	20	4	6	46	0	0	7,4	4,0	0,54	40,6	63,9
Hallertau Blanc	1653	2528	507	64	125	0	38	168	0	46	515	1056	107	5	4	11,2	5,9	0,53	23,6	39,0
Hallertauer Gold	3519	281	97	10	59	0	21	719	0	27	4	5	56	1	1	6,5	5,7	0,87	18,6	39,5
Hall. Magnum	3919	243	130	57	14	0	9	681	0	23	3	5	48	0	1	14,2	7,3	0,51	25,8	43,9
Hallertauer Merkur	1522	441	51	11	39	0	12	444	0	26	4	5	54	0	1	11,8	6,2	0,52	19,3	41,6
Hallertauer Mfr.	1008	308	7	1	62	0	23	518	0	38	5	7	75	0	1	4,1	5,1	1,25	19,5	37,4
Hallertauer Taurus	3195	152	64	29	69	0	22	554	0	24	55	110	52	0	2	18,8	6,2	0,33	18,2	39,9
Hall. Tradition	1916	392	31	4	63	0	19	641	0	28	3	5	57	0	1	6,8	5,8	0,86	22,8	43,5

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	γ -Murolen	β -Selinen	α -Selinen	β,γ -Cadinen	Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/a	Cohumulon	Colupulon
Harmony	4584	103	9	42	60	0	36	642	0	27	65	147	58	3	1	8,6	7,4	0,86	18,8	37,5
Herald	3101	624	2	396	25	0	68	391	0	17	19	38	40	0	8	12,4	5,2	0,42	35,9	57,4
Herkules	4046	726	266	322	24	0	21	605	0	17	4	5	44	1	5	19,0	6,3	0,33	32,7	50,7
Hersbrucker Pure	2861	227	0	40	54	14	35	512	0	29	26	52	48	100	1	4,7	2,7	0,57	23,3	43,6
Hersbrucker Spät	3860	137	9	11	102	64	17	500	0	53	55	101	59	145	2	1,7	5,2	3,00	18,2	33,2
Huell Melon	7669	3147	9	95	50	0	51	193	72	67	254	500	137	155	9	8,9	9,7	1,09	28,4	48,3
Hüller Anfang	1466	451	24	1	59	0	23	723	0	44	5	7	80	0	0	2,2	4,6	2,05	22,0	37,4
Hüller Aroma	2593	335	11	2	74	0	23	751	0	36	4	6	70	0	0	2,8	4,2	1,49	22,9	43,4
Hüller Bitter	3881	310	105	7	51	14	21	424	0	125	44	80	208	174	3	6,4	4,8	0,76	26,3	45,2
Hüller Fortschritt	2979	259	28	2	82	0	26	767	0	33	4	6	63	0	0	2,5	5,2	2,11	23,0	39,4
Hüller Start	1888	237	4	4	32	0	39	771	0	38	4	6	68	0	0	2,4	4,1	1,71	22,3	40,3
Kazbek	1805	373	52	19	21	0	4	370	0	24	10	19	49	3	2	6,9	5,9	0,85	39,4	63,6
Kirin 2	6933	1829	0	9	54	0	22	519	0	59	40	83	119	0	5	5,8	5,3	0,91	46,1	68,5
Kumir	3889	263	3	86	47	0	25	641	12	21	4	6	47	0	2	10,9	5,2	0,48	19,3	42,6
Late Cluster	5596	1705	226	67	101	31	56	109	0	198	79	143	347	207	11	8,8	5,1	0,58	27,4	48,4
Lubelski	5509	15	6	10	70	0	40	757	56	28	3	5	57	0	2	4,2	6,0	1,44	21,5	37,8
Mandarina Bavaria	4944	1334	57	41	50	0	36	716	7	37	81	167	85	4	15	11,5	7,6	0,66	32,0	52,3
Marynka	3340	720	1	77	21	0	21	351	83	19	6	12	41	0	6	8,7	4,0	0,45	21,0	47,6
Mt. Hood	826	173	58	4	24	0	9	425	0	39	4	8	73	0	2	5,1	6,0	1,17	24,7	44,7
Neoplanta	2403	444	0	43	19	0	20	555	10	30	4	5	61	0	1	8,0	4,0	0,5	35,5	61,0
Neptun	1891	467	136	12	35	0	6	432	0	27	3	4	55	0	0	14,1	5,6	0,4	21,3	41,3
Northern Brewer	1597	287	1	98	16	0	14	398	0	24	3	4	50	0	1	10,8	6,0	0,55	24,4	46,2
Nugget	2035	248	3	87	35	0	11	342	0	14	7	14	32	0	0	13,9	4,5	0,32	25,7	49,7
NZ Hallertauer	4618	262	4	41	48	3	13	463	10	28	16	35	45	56	1	4,0	6,2	1,55	31,3	56,1
Opal	2265	132	48	53	61	0	20	482	1	27	1	4	56	0	3	8,8	6,5	0,73	13,2	30,2

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	γ -Murolen	β -Selinen	α -Selinen	β,γ -Cadinen	Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/a	Cohumulon	Colupulon
Orion	1757	274	20	9	33	0	16	499	0	29	3	4	59	0	1	8,4	5,7	0,68	25,8	50,9
PCU 280	3109	228	0	55	9	0	11	631	0	19	3	5	48	0	1	9,3	3,8	0,41	26,7	47,5
Perle	1415	185	0	76	9	0	9	439	0	21	3	4	49	0	1	8,0	5,0	0,63	28,3	51,2
Phoenix	3077	749	6	54	17	0	17	605	8	22	40	91	51	0	1	11,3	5,2	0,45	26,3	47,7
Pilgrim	4958	1037	1	571	34	0	46	608	0	17	54	118	42	0	6	7,8	4,2	0,54	37,5	60,0
Pilot	8936	1407	2	569	128	0	92	145	1	27	273	579	68	1	3	8,5	4,5	0,53	35,6	59,9
Pioneer	3128	783	12	580	21	0	60	421	0	19	20	42	43	0	6	11,0	4,5	0,41	32,3	56,6
Polaris	2251	298	60	240	10	0	11	386	0	21	3	4	47	0	1	21,5	5,8	0,27	23,5	42,4
Premiant	2489	287	4	36	55	0	22	484	7	20	3	4	44	0	2	9,1	5,5	0,60	21,1	43,3
Pride of Ringwood	3712	135	0	1	20	0	28	40	0	18	53	116	38	0	2	9,8	5,1	0,52	31,2	50,8
Progress	1093	2958	282	64	122	36	71	84	0	255	84	170	428	279	20	8,5	5,2	0,61	26,7	47,1
Relax	2260	128	46	4	16	0	28	696	0	37	4	6	63	0	8	0,4	10,1	23,6	29,3	26,1
Rottenburger	3760	119	4	7	60	0	28	715	6	28	11	23	58	0	1	3,4	6,2	1,82	25,1	40,0
Rubin	1998	322	116	28	24	0	10	494	0	29	59	116	60	0	8	13,8	4,7	0,34	32,0	51,2
Saazer	3346	1	4	8	83	0	55	790	25	33	4	6	63	0	7	3,7	5,6	1,5	23,2	40,0
Saphir	2987	89	9	64	61	10	71	502	0	28	18	35	50	55	2	3,6	6,8	1,89	11,4	39,5
Serebrianker	2768	286	0	13	58	0	15	473	2	38	35	70	68	0	3	1,9	4,1	2,17	21,5	37,9
Sladek	3670	241	7	61	47	0	24	672	6	23	3	5	49	0	1	9,8	5,1	0,52	18,6	42,2
Smaragd	3346	64	47	74	58	0	14	622	3	21	1	5	50	0	2	7,5	5,7	0,76	13,8	29,1
Spalter	3408	3	4	10	89	0	48	764	29	32	4	6	61	0	7	3,4	5,6	1,69	23,7	40,8
Spalter Select	5867	250	90	17	175	22	53	523	71	30	29	61	47	92	1	5,4	4,9	0,91	21,2	40,4
Sterling	3413	198	1	117	32	0	12	415	0	14	7	14	34	0	0	12,8	4,0	0,31	24,4	48,8
Strisselspalter	2678	86	26	10	63	43	19	493	0	45	44	92	56	137	1	3,0	6,6	2,2	17,5	32,6
Südafrika	2316	65	0	5	5	0	12	546	0	32	53	113	63	1	2	6,3	4,2	0,67	30,6	47,9
Talisman	2667	338	17	115	17	0	12	539	0	24	3	5	50	0	1	9,8	5,6	0,57	25,4	47,7

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	γ -Murolen	β -Selinen	α -Selinen	β,γ -Cadinen	Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/a	Cohumulon	Colupulon
Tettnanger	3603	18	5	11	109	0	55	777	29	33	4	6	63	0	9	3,7	6,0	1,6	22,6	40,4
Vojvodina	5413	368	1	96	19	0	21	602	4	21	3	4	47	0	2	5,5	3,4	0,61	28,4	57,2
WFG	5487	108	21	7	85	0	47	752	27	33	4	7	63	2	3	4,1	4,9	1,20	22,5	39,6
Willamette	1790	225	1	19	31	0	6	470	18	24	4	7	53	0	1	3,5	3,4	0,96	33,3	52,5
Wye Challenger	3877	869	6	127	59	0	28	610	7	25	48	97	54	1	1	5,2	5,0	0,96	25,9	45,2
Wye Northdown	3197	369	3	104	20	0	13	569	0	24	4	6	52	1	1	7,7	4,6	0,6	26,5	49,3
Wye Target	2618	640	2	54	53	0	28	401	0	46	9	14	93	16	1	12,3	5,9	0,48	32,3	54,8
Wye Viking	5313	786	19	150	45	0	60	571	57	26	39	84	56	0	3	6,6	5,0	0,75	23,2	41,5
Yeoman	3339	756	55	55	19	0	12	541	0	19	35	75	47	0	2	12,3	5,7	0,46	25,5	44,9
Zatecki	3208	317	1	31	52	0	12	617	22	23	3	5	52	0	1	2,9	2,9	1,03	29,0	47,0
Zenith	3795	230	0	86	43	0	22	652	1	23	60	143	53	0	1	9,0	3,7	0,41	24,9	45,9
Zeus	1540	267	50	15	17	0	2	312	0	56	11	17	112	29	2	17,2	5,6	0,33	33,3	56,5
Zitic	3508	0	0	6	19	0	24	690	7	22	3	5	50	0	7	6,1	5,5	0,92	17,5	37,7

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 Aromaanalytik mit dem neuen Gaschromatographie-Massenspektrometer-System

8.5.1 Identifizierung von Ölkomponenten

Seit vier Jahren hat Hüll ein neues Gaschromatographiemassenspektrometersystem, das eines der modernsten Analysengeräte an der Landesanstalt ist. Mit Hilfe dieses Gerätes wurden bisher 143 Substanzen durch Vergleich der Massenspektren und verfügbarer Standards identifiziert.

Abb. 8.8 zeigt die Systematik der ätherischen Öle des Hopfens und die Tab. 8.2 die Anzahl der identifizierten Substanzen geordnet nach Stoffgruppen.

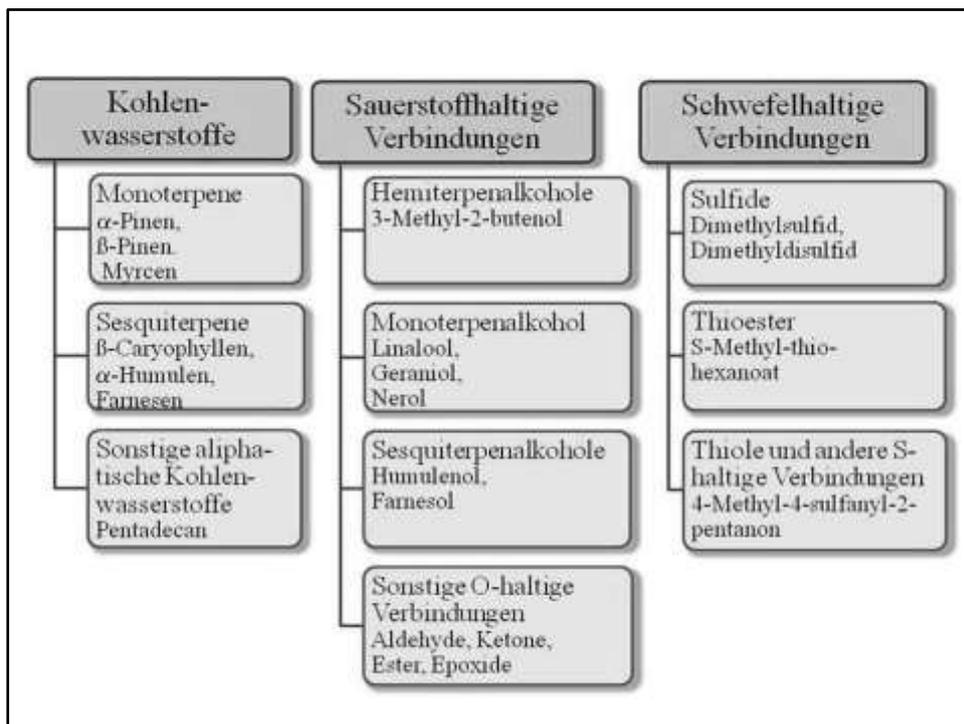


Abb. 8.8: Systematik der ätherischen Öle des Hopfens

Tab. 8.2: Identifizierte Aromasubstanzen nach Stoffgruppen

Stoffgruppe	Anzahl	Stoffgruppe	Anzahl
Hemiterpene	3	Ketone	14
Monoterpene	26	Aldehyde	3
Sesquiterpene	37	Carbonsäuren	2
Ester	32	Schwefelverbindungen	10
Alkohole	10	Sonstige	4

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 usw...

Der Sinn von Aromaanalytik ist, die sensorischen Eindrücke zu objektivieren und 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. Hopfen gehört zu denjenigen Lebensmitteln, deren Aromen auch durch eine Vielzahl von Substanzen nicht befriedigend beschrieben werden können, aber das macht den Hopfen auch interessant. Das Aroma ist das Resultat vielfältiger komplexer Interaktionen von vielen Aromastoffen (Abb. 8.9), dennoch ist ein reduktionistischer Ansatz sinnvoll, um Leitsubstanzen zu definieren, die als Markersubstanzen für ein feines Hopfenaroma dienen können und auch zu verstehen, welche Substanzen ins Bier übergehen.

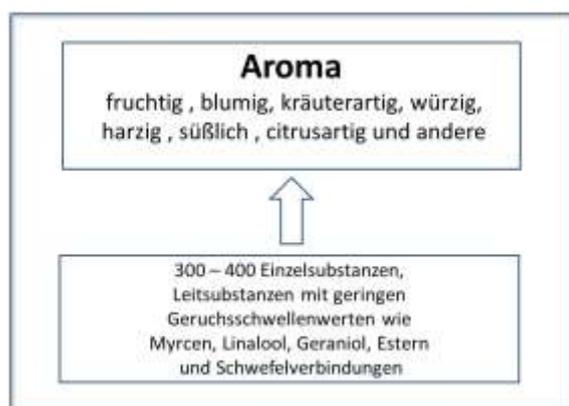


Abb. 8.9: Das Aroma ist das Resultat vielfältiger komplexer Interaktionen von vielen Aromastoffen

Wichtige Leitaromastoffe des Hopfens und deren Geruchseindrücke sind in der Tab. 8.3 zusammengestellt.

Tab. 8.3: Wichtige Leitaromastoffe des Hopfens

Aromasubstanz	Konzentration im Hopfen [mg/100 g]	Geruchsschwellenwert in Wasser [µg/l]	Geruchseindruck
Myrcen	20 – 2300	10 – 125	harzig, metallisch
α-Terpinol	1 - 10	200	Flieder
Linalool	4 -10	6	blumig, zitrusartig
Citronellol	0,4 - 4	40	zitrusartig
Geraniol	1 - 10	20	blumig, rosenartig
Ester (Isobutylisobutyrat, 2-Methylbutyl-isobutyrat)	3 - 35 14 - 47	30 -60	fruchtig
4-Mercapto-4-methyl-2-pentanon (4-MMP)	0 – 0,008	0,0001	schwarze Johannisbeere
3-Mercaptohexanol (3-MH)	0 – 0,003	0,2	schwarze Johannisbeere, Passionsfrucht
3-Mercaptohexylacetat (3-MHA)	0 – 0,003	0,017	Grapefruit, Passionsfrucht

8.6 Qualitätssicherung bei der alpha-Säureanalytik für Hopfenlieferungsverträge

8.6.1 Ringanalysen zur Ernte 2017

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 2017 hatte die Arbeitsgruppe IPZ 5d wieder die Aufgabe, Ringanalysen zu organisieren und auszuwerten, um die Qualität der α -Säureanalytik sicherzustellen.

Im Jahr 2017 haben sich folgende Laboratorien an dem Ringversuch beteiligt:

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

Der Ringversuch startete im Jahr 2017 am 12. September und endete am 10. November, da in dieser Zeit der Großteil der Hopfenpartien in den Laboratorien untersucht wurde. Insgesamt wurde der Ringversuch neunmal (9 Wochen) durchgeführt. Das Probenmaterial wurde dankenswerterweise von Herrn Hörmannspurger (Hopfenring Hallertau) zur Verfügung gestellt. Jede Probe wurde immer nur aus einem Ballen gezogen, um eine größtmögliche Homogenität zu gewährleisten. Jeweils am Montag wurden die Proben in Hüll mit einer Hammermühle vermahlen, mit einem Probenteiler geteilt, vakuumverpackt und zu den einzelnen Laboratorien gebracht. An den darauf folgenden Wochentagen wurde immer eine Probe pro Tag analysiert. Die Analysenergebnisse wurden eine Woche später nach Hüll zurückgegeben und dort ausgewertet. Im Jahr 2017 wurden insgesamt 33 Proben analysiert.

Die Auswertungen wurden so schnell wie möglich an die einzelnen Laboratorien weitergegeben. Die Abb. 8.10 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.

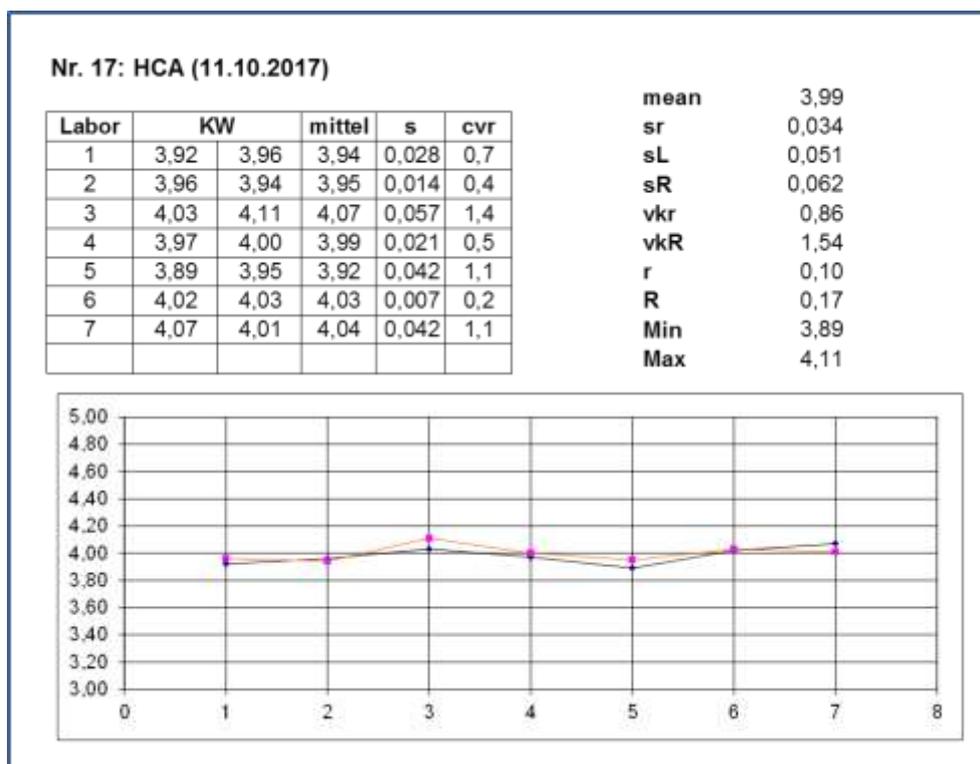


Abb. 8.10: Auswertung einer Ringanalyse

In der Tab. 8.4 sind die Ausreißer des Jahres 2017 zusammengestellt.

Tab. 8.4: Ausreißer des Jahres 2017

Probe	Cochran		Grubbs	
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$
5	5			
5		5		
27				3
32		5		
Gesamt:	1	2	0	1

Seit dem Jahr 2013 gib es 5 alpha-Klassen und neue Toleranzgrenzen. Die Tab. 8.5 zeigt die neue Einteilung und die Überschreitungen des Jahres 2017.

Tab. 8.5: Aktualisierte alpha-Säurenklassen und Toleranzgrenzen sowie deren Überschreitungen im Jahr 2017

	< 5,0 %	5,0 % - 8,0 %	8,1 % - 11,0 %	11,1 % - 14 %	> 14,0 %
d kritisch	+/-0,3	+/-0,4	+/-0,5	+/-0,6	+/- 0,7
Bereich	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
Überschreitungen im Jahr 2017	0	0	0	0	0

Im Jahr 2017 gab es keine Überschreitungen der zugelassenen Toleranzgrenzen.

In der Abb. 8.11 sind alle Analysenergebnisse für jedes Labor als relative Abweichungen zum Mittelwert (= 100 %) differenziert nach α -Säuregehalten <5 %, \geq 5 % und <10 % sowie \geq 10 % zusammengestellt. Aus dieser Grafik kann man sehr gut erkennen, ob ein Labor tendiert zu hohe oder zu tiefe Werte zu analysieren.

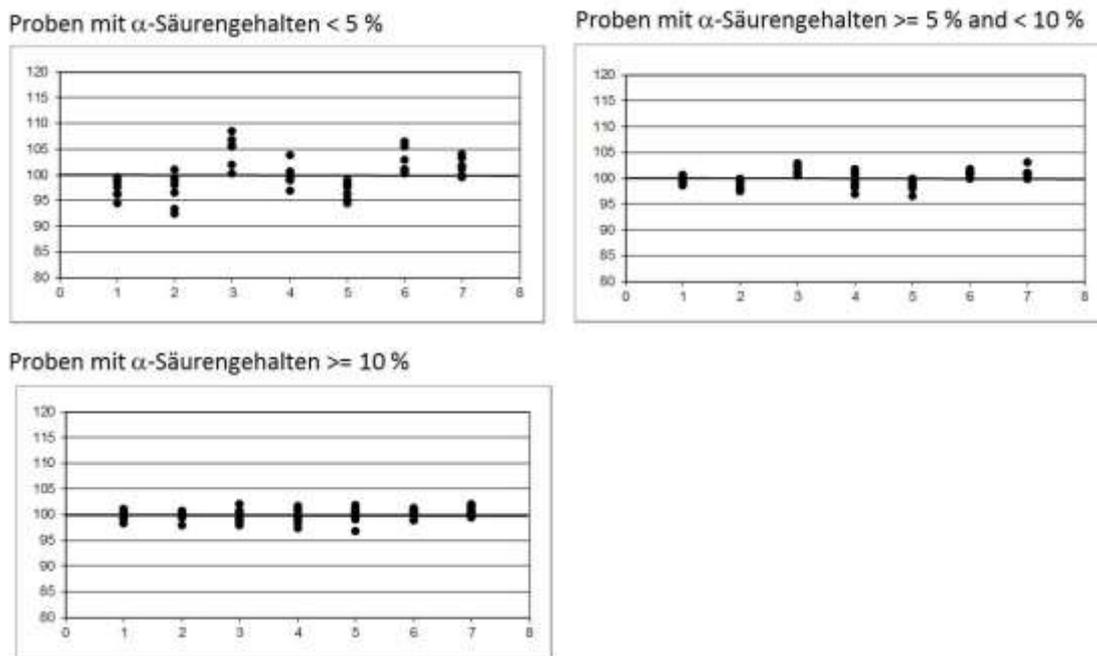


Abb. 8.11: Analysenergebnisse der Laboratorien relativ zum Mittelwert

Das Hüller Labor hat die Nummer 5.

8.6.2 Auswertung von Kontrolluntersuchungen

Zusätzlich zu den Ringversuchen werden seit dem Jahr 2005 Kontrolluntersuchungen durchgeführt, die die Arbeitsgruppe IPZ 5d auswertet und dann die Ergebnisse an die beteiligten Laboratorien sowie an den Hopfenpflanzer- und Hopfenwirtschaftsverband weitergibt. Ein Erstuntersuchungslabor wählt drei Proben pro Woche aus, die dann gemäß des Pflichtenhefts der AHA von drei verschiedenen Laboratorien analysiert werden. Der Erstuntersuchungswert gilt, wenn der Mittelwert der Nachuntersuchung und der Erstuntersuchungswert innerhalb der Toleranzgrenzen (Tab. 8.5) liegen. Die Tab. 8.6 zeigt die Ergebnisse des Jahres 2017.

Tab. 8.6: Kontrolluntersuchungen des Jahres 2017

Proben- bezeichnung	Erstunter- suchungs Labor	Erstunter- suchung	Nachuntersuchung			Mittel- wert	Ergebnis bestätigt
			1	2	3		
3993 HT	Agrolab	5,4	5,1	5,3	5,3	5,23	ja
4099 TE	Agrolab	3,4	3,1	3,1	3,3	3,17	ja
4181 PE	Agrolab	6,5	6,2	6,3	6,3	6,27	ja
KW 38 HPE	HHV AU	7,5	7,5	7,5	7,7	7,57	ja
KW 38 HNB	HHV AU	6,3	6,3	6,3	6,5	6,37	ja
KW 38 HHM	HHV AU	12,8	12,7	13,0	13,0	12,90	ja
QK 17/002224 HHM	HV Wolnzach	11,3	11,0	11,2	11,4	11,20	ja
QK 17/002240 HTU	HV Wolnzach	14,4	14,1	14,2	14,5	14,27	ja
QK 17/002243 HHS	HV Wolnzach	14,4	14,4	14,4	14,6	14,47	ja
KW 40-3074 HNB	HVG Mainburg	7,7	7,7	7,7	7,8	7,73	ja
KW 40-3319 HHT	HVG Mainburg	6,1	6,1	6,1	6,1	6,10	ja
KW 40-4047 HPE	HVG Mainburg	6,9	6,7	6,8	6,9	6,80	ja
14049	Agrolab	4,0	3,8	3,9	3,9	3,87	ja
14080	Agrolab	8,2	8,0	8,0	8,0	8,00	ja
13960	Agrolab	14,9	14,5	14,6	14,6	14,57	ja
KW 42 HNU	HHV AU	11,3	11,3	11,3	11,4	11,33	ja
KW 42 HHM	HHV AU	12,1	12,0	12,2	12,2	12,13	ja
KW 42 HHS	HHV AU	15,1	14,9	15,0	15,1	15,00	ja
KW 43 HHT	HV St. Johann	5,6	5,8	5,8	5,8	5,80	ja
KW 43 HPE	HV St. Johann	7,9	7,7	7,8	7,8	7,77	ja
KW 43 HHM	HV St. Johann	11,4	11,3	11,4	11,4	11,37	ja
HHS KW 44-10964	HVG Mainburg	19,0	18,8	19,0	19,1	18,97	ja
HHS KW 44-10028	HVG Mainburg	13,1	12,7	12,7	12,9	12,77	ja
HHS KW 44-14308	HVG Mainburg	16,6	16,2	16,3	16,4	16,30	ja

8.7 Wöllmer - Analysen der neuen Hüller Zuchtsorten

Die wichtigste Aufgabe des Hopfens beim Bierbrauen ist, dass er dem Bier die feine Bittere gibt. Der alpha-Säuregehalt ist ein Maß für das Bitterpotential des Hopfens. Doch ein anderer Faktor ist die Qualität der Bittere. Neben den alpha-Säuren gibt es noch viele andere bitternde Substanzen im Hopfen und die tragen zur Qualität der Bittere bei (Abb. 8.12). Dr. Dresel hat in seiner Dissertation viele dieser Substanzen mit LC-MS aufgeklärt (Dissertation TUM 2013).

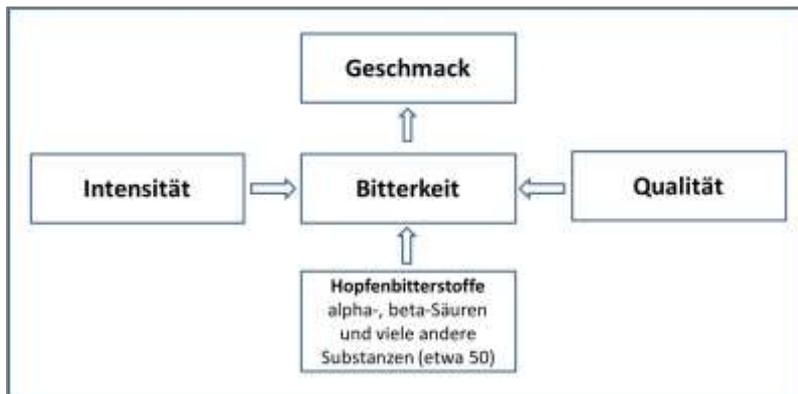


Abb. 8.12: Die Intensität und die Qualität der Bitterkeit wird durch eine Vielzahl von Substanzen bestimmt

Bereits vor 100 Jahren entwickelte Wöllmer eine Methode, um die Hart- und Weichharze zu differenzieren. Die Gesamtharze werden mit Ether herausgelöst. Der in Hexan lösliche Teil wird als Weichharzfraktion und der unlösliche Teil als Hartharzfraktion bezeichnet. Das Weichharz besteht aus den alpha- und beta-Säuren sowie unspezifischen Bestandteilen (Abb. 8.13).

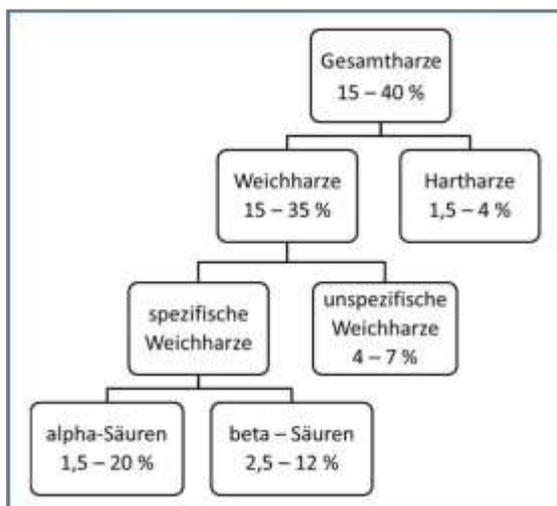


Abb. 8.13: Systematik einer Wöllmeranalyse

Unspezifische Verbindungen, die im Weichharz vorkommen, sind z.B. cis Allo-isohumulone, Hulupone, Tricyclohumene, Tricyclolupone, Dehydrotricyclolupone und viele andere Substanzen.

Das Hartharz besteht aus in Wasser schwer löslichen Verbindungen wie Xanthohumol und von Xanthohumol abgeleiteten Verbindungen wie Desmethylxanthohumol, Xanthohumol B und C. 8-Prenylnaringenin und 6-Prenylnaringenin kommen in Spuren vor. In Wasser gut lösliche Bestandteile des Hartharzes sind die glykosidisch gebundenen Quercetine und Kämpferole als auch die Multifidole. Diese Verbindungen wurden in einer früheren Arbeit bereits mit HPLC analysiert und die Ergebnisse publiziert (Kammhuber, K.: Differentiation of the World Hop Collection by Means of the Low Weight Molecular Polyphenols, Brewing Science, March/April 2012, Vol. 65, pp. 16 -23).

Die Tab. 8.7 zeigt die Ergebnisse der neuen Hüller Zuchtsorten.

Tab. 8.7: Wöllmeranalysen der neuen Hüller Zuchtsorten (Erntejahr 2016)

Sorte	Gesamt- harz	α -Säuren- KW	α -Säuren- HPLC	Weich- harz	Hart- harz	β -Frak- tion	β -Säuren- HPLC	Xanthohu- mol HPLC
Ariana	25,87	12,09	12,02	23,11	10,67	11,01	6,84	0,69
Ariana	25,53	12,31	12,07	23,03	9,78	10,72	6,86	0,69
Callista	20,88	4,21	3,52	18,36	12,05	14,16	10,32	0,75
Callista	21,09	4,47	3,76	18,97	10,02	14,50	10,25	0,77
Hallertau Blanc	21,03	9,36	8,88	18,94	9,91	9,58	5,90	0,55
Hallertau Blanc	21,15	9,61	9,07	19,22	9,15	9,61	5,92	0,55
Huell Melon	25,35	7,86	7,46	22,71	10,43	14,85	10,86	0,86
Huell Melon	26,26	8,16	7,80	23,72	9,69	15,55	11,34	0,91
Mandarina Bavaria	25,48	11,00	10,49	22,69	10,95	11,68	6,93	0,84
Mandarina Bavaria	25,31	11,05	10,49	23,19	8,39	12,13	6,84	0,84
Opal	21,79	8,87	8,12	19,59	10,10	10,72	5,86	0,51
Opal	22,72	9,53	8,65	20,48	9,86	10,95	6,20	0,53
Polaris	38,42	22,39	21,94	34,27	10,79	11,88	5,46	0,98
Polaris	38,90	23,56	22,36	35,27	9,32	11,71	5,70	1,09
Saphir	19,53	4,66	3,71	17,01	12,93	12,35	6,53	0,50
Saphir	20,53	4,97	3,99	18,04	12,15	13,07	6,96	0,52
Smaragd	20,73	7,91	6,94	18,60	10,28	10,69	6,07	0,37
Smaragd	20,25	7,90	6,94	18,66	7,86	10,76	6,05	0,37

Die Größenangaben sind: Gesamtharz, Weichharz, alpha-Säuren, beta-Säuren Xanthohumol in % Hopfen, Hartharz in % des Gesamtharzes

β -Fraktion = Weichharz - Konduktometerwert

Der Bitterwert nach Wöllmer ist definiert: Bitterwert = alpha-Säuren + β -Fraktion/9

Da aber die β -Fraktion relativ konstant ist, wurde der Bitterwert später gleich der alpha-Säurenkonzentration gesetzt. Ein erster Hinweis auf unspezifische Weichharze ist der Quotient alpha-KW/alpha-HPLC. Der alpha-KW ist unspezifisch und alpha-HPLC sehr spezifisch. Je höher dieser Wert, desto höher ist die Konzentration unspezifischer Weichharze. Die Abb. 8.14 zeigt die Ergebnisse der neuen Hüller Zuchtsorten (jeweils eine Doppelbestimmung).

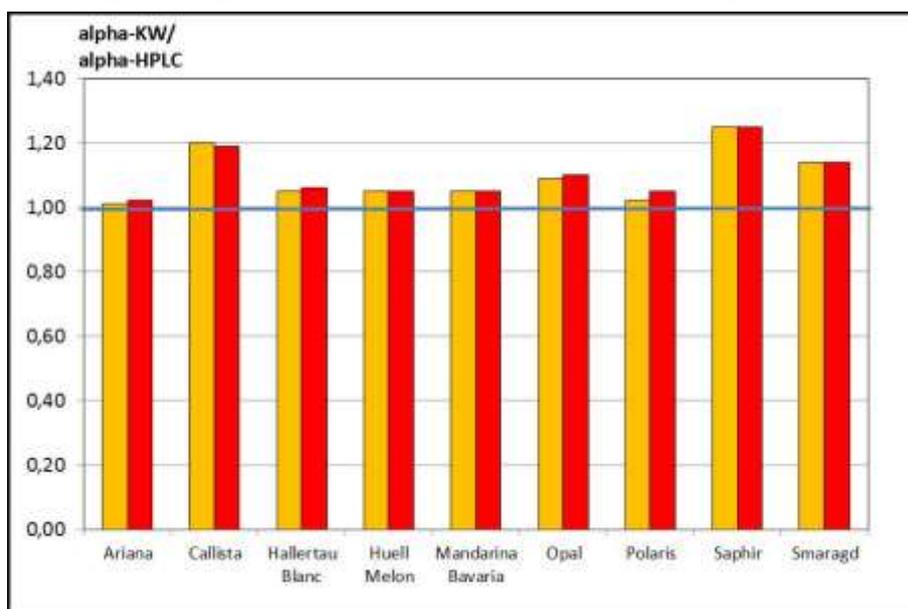


Abb. 8.14: Quotient alpha-KW/alpha HPLC

Der Quotient ist bei der Sorte Saphir am höchsten und auch die Sorte Callista hat einen relativ hohen Wert. Hoch alpha-Sorten wie Polaris haben einen Wert nahe bei eins.

Noch mehr Aussagekraft erhält man, wenn man vom Weichharz die alpha- und beta-Säuren abzieht und den Prozentgehalt der unspezifischen Substanzen betrachtet (Abb. 8.15).

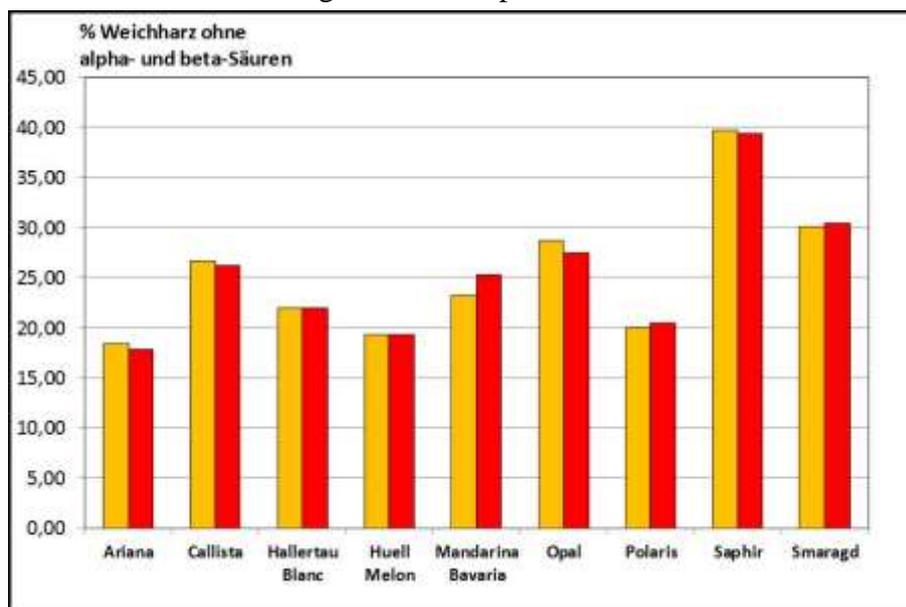


Abb. 8.15: nicht alpha- beta-Anteil des Weichharzes

Die Sorte Saphir hat mit etwa 40 % den größten Anteil an unspezifischen Weichharzen gefolgt von Smaragd und Opal. Auch Callista hat einen relativ hohen Gehalt an unspezifischen Weichharzen. Ein hoher Gehalt an unspezifischen Harzen gilt als Hinweis für eine feine, angenehme und harmonische Bittere.

8.8 Anschaffung eines neuen Nahinfrarot-Reflektionspektroskopie-Geräts

Im Frühjahr 2017 wurde ein neues NIRS-Gerät angeschafft, das von der Gesellschaft für Hopfenforschung komplett finanziert wurde (Abb. 8.16).



Abb. 8.16: Neues NIRS-Gerät

Das Gerät ist mit den Geräten bei AQU in Freising kompatibel. Es können dieselben Messzellen benutzt werden wie beim alten Gerät. Der Wellenlängenbereich geht von 600 - 2500 nm in 1 nm Schritten. Momentan läuft eine Kalibrierung, die durch eine mathematische Transformation der Kalibrierung vom alten Gerät an das neue Gerät angepasst wurde.

Es müssen nun möglichst viele Proben mit nasschemischen Referenzwerten mit dem neuen Gerät aufgenommen werden um neue Kalibrierungen zu erstellen. Sobald das neue Gerät genau so gute Ergebnisse liefert wie das alte Gerät, wird das alte Gerät ersetzt.

8.9 Kontrolle der Sortenechtheit im Jahr 2017

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

Sortenüberprüfungen für die Lebensmittelüberwachungsbehörden (Landratsämter)	37
davon Beanstandungen	0

9 Veröffentlichungen und Fachinformationen

9.1 Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit

	Anzahl		Anzahl
Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge	21	Führungen	47
LfL-Schriften	2	Ausstellungen und Poster	5
Fachinformationen	8	Gutachten und -Stellungnahmen	8
Beiträge in Rundfunk und Fernsehen	1	Diplom-, Bachelor- und Masterarbeiten	-
Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare	8	Mitarbeit in Arbeitsgruppen	31
Vorträge	99	Ausländische Gäste	156

9.2 Veröffentlichungen

9.2.1 Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge

Zitat
Euringer, S.; Seigner, E. (2017): Neues Projekt zur Welkeforschung finanziert von der GfH. Hopfen-Rundschau, 68(9), Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 302 - 302
Fuß, S. (2017): Pflanzenstandsbericht April 2017. Hopfen-Rundschau, 68(5), Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 155
Fuß, S. (2017): Pflanzenstandsbericht Mai 2017. Hopfen-Rundschau, 68(6), Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 192
Fuß, S. (2017): Pflanzenstandsbericht August 2017. Hopfen-Rundschau, 68(9), Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 298
Kühne, S., Roßberg, D.; Röhrig, P.; von Mering, F.; Weihrauch, F.; Kanthak, S.; Kienzle, J.; Patzwahl, W.; Reiners, E.; Gitzel, J. (2017): The Use of Copper Pesticides in Germany and the Search for Minimization and Replacement Strategies. Organic Farming, 3(1), 66 - 75
Kammhuber, K. (2017): Ergebnisse von Kontroll- und Nachuntersuchungen für Alphaverträge der Ernte 2016. Hopfen-Rundschau, 68 (8), Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 272 - 274
Kammhuber, K. (2017): Influence of the Date of Harvest on the Sulphur Compounds of the "Special Flavour Hop" Varieties Cascade, Mandarina Bavaria, Hallertau Blanc, Huell Melon, and Polaris. Brewing Science, Ausg.: Vol. 70, S. 124 bis 130, Hrsg.: Fachverlag Hans Carl GmbH, Nürnberg
Lutz, A.; Seigner, E., Kneidl, J. (2017): Development of a new Huell hop cultivar: innovative strategies together with the hop and the brewing industry. Proceedings of the Scientific-Technical Commission, International Hop Growers' Convention I.H.G.C., Hrsg.: Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, 11 - 14

Münsterer, J. (2017): Pflanzenstandsbericht Juni 2017. Hopfen-Rundschau, 68(7), Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 237
Münsterer, J. (2017): Pflanzenstandsbericht Juli 2017. Hopfen-Rundschau, 68(8), Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 277
Seigner, E.; Lutz, A. (2017): Entwicklung von leistungsstarken, gesunden Hopfen mit hohen Alphasäuregehalten und besonderer Eignung für den Anbau im Elbe-Saale-Gebiet, 1 - 13
Seigner, E.; Lutz, A. (2017): Neuer Trend in der Hopfenzüchtung – für mehr Vielfalt beim Bieraroma. Ländlicher Raum, Ausgabe 01 Januar/Februar/März 2017, Hrsg.: Agrarsoziale Gesellschaft e.V., 17 - 18
Jereb, M., Weihrauch, F. (2017): Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen, Ökologischen Landbau weiterdenken: Verantwortung übernehmen, Vertrauen stärken. Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Freising-Weißenstephan, 7. bis 10. März 2017, Hrsg.: Wolf, S., H. Heuwinkel, H.J. Reents, K. Wiesinger & K.-J. Hülsbergen, 270 - 273
Kühne, S., Roßberg, D.; Röhrig, P.; von Mering, F.; Weihrauch, F.; Kanthak, S.; Kienzle, J.; Patzwahl, W.; Reiners, E.; Gitzel, J. (2017): The Use of Copper Pesticides in Germany and the Search for Minimization and Replacement Strategies. Organic Farming, 3(1), 66 - 75
Mumm, R., van Tol, R.W.H.M.; Weihrauch, F. (2017): Elucidation of the role of volatile compounds in the chemical communication of the hop flea beetle <i>Psylliodes attenuatus</i> . Proceedings of the Scientific-Technical Commission, 2017, Proceedings of the Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, St. Stefan am Walde, Austria, 25-29 June 2017, Hrsg.: Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, 60 - 64
Undas, A.K., Delatte, T.; Verstappen, F.; van Tol, R.; Weihrauch, F.; Lutz, A.; Bouwmeester, H. (2017): The role of metabolomics to elucidate resistance markers against Damson-hop aphid. Proceedings of the Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, St. Stefan am Walde, Austria, 25-29 June 2017, Hrsg.: Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, 65 - 65
Weihrauch, F. (2017): Pflanzenschutztreffen der europäischen Commodity Expert Group (CEG) Minor Uses Hopfen. Hopfen-Rundschau, 68(12), Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 414 - 415
Weihrauch, F., Baumgartner, A.; Eisenbraun, D.; Wolf, S.; van Tol, R.W.H.M.; Mumm, R. (2017): Flea-beetle control in organic hops: Are there options? Proceedings of the Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, St. Stefan am Walde, Austria, 25-29 June 2017, Hrsg.: Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, 59 - 59
Weihrauch, F., van Tol, R.; Mumm, R. (2017): Kontrolle des Hopfen-Erdflöhs <i>Psylliodes attenuatus</i> im ökologischen Hopfenbau: Gibt es Optionen?, Entomologentagung 2017/Entomology Congress in Freising 13.-16.03.2017 Programm und Zusammenfassungen/Program and Abstracts, 53 - 53
Winterholler, M., Burbach, K.; Krach, E.J.; Sachteleben, J.; Schlumprecht, H.; Suttner, G.; Voith, J.; Weihrauch, F. (2017): Rote Liste und Gesamtartenliste der Libellen (Odonata) Bayerns - Stand 2017, lfu_nat_00343, Hrsg.: Bayerisches Landesamt für Umwelt, 1 - 15
Wolf, S., Sichelstiel, W. (2017): An overview on forecasting systems for Downy and Powdery mildew in Hallertau hops. Proceedings of the Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, St. Stefan am Walde, Austria, 25-29 June 2017, Hrsg.: Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, 51 - 51

9.2.2 LfL-Schriften

Name	Arbeitsgruppe	LfL-Schriften	Titel
Arbeitsbereich Hopfen	IPZ 5	LfL-Information	Jahresbericht 2016 - SonderkulturHopfen
Portner, J.	IPZ 5a	LfL-Information	Hopfen 2017 - Grünes Heft

9.2.3 Beiträge in Rundfunk und Fernsehen

Sendedatum	Personen	Titel	Sender
01.07.2017	Portner, J.	Deutschland ist Hopfen-Exportweltmeister	ntv

9.3 Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen

9.3.1 Durchgeführte Seminare, Symposien, Fachtagungen, Workshops

Datum	Veranstaltung	Ort	Zielgruppe
17.1.2017 - 18.1.2017	Grundlagenseminar 'Hopfen-trocknung'	Hüll	Hopfenpflanzer
18.1.2017 - 19.1.2017	Grundlagenseminar 'Konditionie-rung von Hopfen'	Hüll	Hopfenpflanzer
24.1.2017 - 25.1.2017	Workshop 'Hopfentrocknung'	Hüll	Hopfenpflanzer
23.2.2017 - 24.2.2017	Workshop 'Zwischenfruchtanbau'	Hüll	Hopfenpflanzer
05.04.2017	Arbeitstreffen Demonstrationsbe-triebe	Wolnzach	Demonstrationsbetriebe JKI BLE
25.6.2017 - 29.6.2017	Tagung der Scientific-Technical Commission, I.H.G.C.	St. Stefan am Walde, Öster-reich	Wissenschaftler und Experten der Hopfen- und Brauwirt-schaft
20.11.2017	Beratungsgremium	Hüll	Hopfen- und Brauwirtschaft

9.3.2 Durchgeführte interne Veranstaltungen

Titel	Veranstaltungstyp	Ort	Beginn	Ende
Arbeitstreffen Demonstrationsbetriebe	Workshop	Wolnzach	05.04.2017	05.04.2017

9.3.3 Gutachten und Stellungnahmen

Datum	Bearbeiter	Titel	Auftraggeber
16.01.2017	Weihrauch, F.	Evaluierung von 5 Projektskizzen	BMBF / PT Jülich
23.01.2017	Portner, J.	Errichtung von Einfriedungen um Hopfengärten	LRA Kelheim
02.02.2017	Portner, J.	Verwertung von gereinigtem Ab-wasser zur Bewässerung von Hopfen	LfL
22.08.2017	Fuß, S.	Offizielle Hopfenernteschätzung im Anbaugebiet Hallertau 2017	StMELF
23.09.2017	Weihrauch, F.	Peer review	Zeitschrift "Entomological Science"
04.10.2017	Seigner, E.	Peer review	Zeitschrift "Brewing Science"
06.10.2017	Weihrauch, F.	Peer review	Zeitschrift "Brewing Science"
14.12.2017	Kammhuber, K.	Peer review	Zeitschrift "Journal of the Institute of Brewing"

9.3.4 Fachinformationen

Zitat
Euringer, S.; Seigner, E., Lutz, A.; Fuss, S.: 'Maßnahmen gegen die Verticillium-Welke bei Hopfen', Hüll (Poster)
Euringer, S.; Seigner, E., Lutz, A.; Fuss, S.: 'Verticillium-Welke bei Hopfen', Hüll (Poster)
Seigner, E., Forster, B.; Lutz, A.: 'Detached leaf assay to test for downy mildew tolerance in hops', St. Stefan am Walde, 28.06.2017, Tagung der Wissenschaftlich-Technischen Kommission, Wissenschaftlich-Technische Kommission des Internationalen Hopfenbaubüros (Poster)
Seigner, E.; Hagemann, M.: 'Optimierung der Hopfenzüchtung mittels Genom- und Metaboliten-Analyse - Präzisionszüchtung für Hopfen' (Projekt-Zwischenbericht)
Seigner, E.; Lutz, A.: 'Entwicklung von leistungsstarken, gesunden Hopfen mit hohen Alphasäuregehalten und besonderer Eignung für den Anbau im Elbe-Saale-Gebiet' (Projekt-Zwischenbericht)
Seigner, E.; Lutz, A.: 'Innovationen bei der Entwicklung neuer Hüller Hopfensorten - Phase 2: Praxisanbauprüfungen und Brauveruche', Niederlauterbach, 24.08.2017, IGN-Hopfentag, IGN Hopfenvermarktungs- und Vertriebs-GmbH (Poster)
Seigner, E.; Lutz, A.: 'Innovations in the development of new Hüll hop cultivars' (Poster)
Seigner, L., Liebrecht, M., Seigner, E., Lutz, A., Keckel, L., Hüttinger, J.: 'Monitoring von gefährlichen Virus- und Viroidinfektionen von Hopfen in Deutschland - Monitoringjahr 2017' (Internet-Beitrag)

9.3.5 Vorträge

Referenten	Thema/Titel	Veranstaltung	Ort/Datum	TN
Doleschel, P.	Die Bedeutung des Projekts "Demo-Betriebe Integrierter Pflanzenschutz Hopfen"	Hoftag Pflanzenschutz am Betrieb Moser	Geibenstein 23.05.17	110
Doleschel, P.	Klimawandel - eine Herausforderung für den bayer. Hopfenbau und die Hopfenforschung	SPD-Ortsverband Wolnzach - Veranstaltung	Wolnzach 20.07.17	30
Doleschel, P. Kammhuber, K. Portner, J. Sichelstiel, W. Seigner, E. Weihrauch, F.	Die LfL-Hopfenforschung und -beratung in Bayern im Jahr 2016	Mitgliederversammlung der GfH	Wolnzach 06.04.17	40
Euringer, S.	Aktueller Stand der Verticillium-Forschung	Projektvorstellung	Hüll 08.11.17	5
Euringer, S.	Verticillium-Forschung: Aktueller Stand und Planung	Jahresgespräch GfH-LfL	Hüll 15.11.17	14
Fuß, S.	Wissenswertes zu Düsentechnik im Hopfenbau	Hoftag am Demonstrationbetrieb Moser	Geibenstein 23.05.17	110
Kammhuber, K.	Qualitative und quantitative Charakterisierung von aromarelevanten Verbindungen in „Special Flavour-Hopfen“ und Aromahopfen mit Berücksichtigung der gebundenen Aromastoffe	Vorstellung Projektanträge für das StMELF	Freising 28.09.17	15
Kammhuber, K.	Aktueller Stand der Aromanalytik beim Hopfen	Frühjahrsdienstbesprechung	Freising 22.03.17	20
Kammhuber, K.	Möglichkeiten und Grenzen der Nahinfrarot-Spektroskopie in der Hopfenanalytik	Technisch Wissenschaftlicher Ausschuss (TWA)	Wolnzach 06.04.17	20

Referenten	Thema/Titel	Veranstaltung	Ort/Datum	TN
Kammhuber, K.	Vorstellung der Forschungsarbeiten Arbeitsgruppe IPZ 5d	Mitgliederver-sammlung der GfH	Wolnzach 06.04. 17	40
Lutz, A.	Flavor-Hopfen - für den Ökohopfenbau geeignet?	Hopfenbautag auf der Bio-land-Woche 2017	Plankstetten 07.02.17	30
Lutz, A.	Neue Aromahopfen aus Hüll	Bier-Quer-Denker-Workshop	Bad Staffelstein 22.03.17	80
Lutz, A.	Development of a new Huell hop cultivar: innovative strategies together with the hop and the brewing industry	Tagung der Wissenschaftlich-Technischen Kommission	St. Stefan am Walde 26.06.17	60
Lutz, A.	Hüller Special Flavor-Sorten	Verabschiedung der GfH von Bernhard Engelhard	Wolnzach 19.07.17	35
Lutz, A.	Ariana und Callista - die beiden Special Flavoursorten im Anbau	IGN Hopfentag	Eichelberg 24.08.17	100
Lutz, A.	Hopfenanbau im Landkreis Kelheim	Hopfenrundfahrt	Abensberg 31.08.17	50
Lutz, A.	Biere mit Hüller Hopfensorten	VDLUFA-Tagung	Freising 11.09.17	70
Lutz, A.	Hopfenzüchtung im Wandel der Zeit	Gerstenbrauerverband Moosburg e.V.	Moosburg 14.09.17	80
Lutz, A.	Neue Aromahopfen aus Hüll	Jahresgespräch GfH-LfL	Hüll 15.11.17	14
Lutz, A.	Hopfensorten und Aromabonitur	Semesterstart - Altweihenstephaner Brauerbund	Freising 26.10.17	35
Münsterer, J.	Einfluss auf Erntezeitpunkt und Trocknung auf den Brauwert der Flavor-Hopfsorten Mandarina Bavaria, Hallertau Blanc und Polaris	LfL-Hopfenbauversammlungen	Osseltshausen 14.02.17	55
Münsterer, J.	Einfluss von Erntezeitpunkt und Trocknung auf den Brauwert der Flavor-Hopfsorten Mandarina Bavaria, Hallertau Blanc und Polaris	LfL-Hopfenbauversammlungen	Niederlauterbach 15.02.17	130
Münsterer, J.	Einfluss von Erntezeitpunkt und Trocknung auf den Brauwert der Flavor-Hopfsorten Mandarina Bavaria, Hallertau Blanc und Polaris	LfL-Hopfenbauversammlungen	Tettenwang 16.02.17	45
Münsterer, J.	Einfluss von Erntezeitpunkt und Trocknung auf den Brauwert der Flavor-Hopfsorten HC, MB und PA	Sitzung des Technisch-Wissenschaftl. Arbeitsausschusses der GfH	Wolnzach 06.04.17	25
Münsterer, J.	Sachgemäße Außen- und Innenreinigung von Pflanzenschutzgeräten	Hoftag zum Thema Befüllen und Reinigen von Pflanzenschutzgeräten, Düsentech-nik und Anwenderschutz	Geibenstetten 23.05.17	110
Münsterer, J.	Einfluss von Erntezeitpunkt und Trocknung auf den Brauwert der Flavor-Hopfsorten Mandarina Bavaria, Hallertau Blanc und Polaris	LfL-Hopfenbauversammlungen	Spalt 06.02.17	35
Münsterer, J.	Einfluss von Erntezeitpunkt und Trocknung auf den Brauwert der Flavor-Hopfsorten Mandarina Bavaria, Hallertau Blanc und Polaris	LfL-Hopfenbauversammlungen	Hedersdorf 06.02.17	22

Referenten	Thema/Titel	Veranstaltung	Ort/Datum	TN
Münsterer, J.	Einfluss von Erntezeitpunkt und Trocknung auf den Brauwert der Flavor-Hopfsorten Mandarina Bavaria, Hallertau Blanc und Polaris	LfL-Hopfenbauversammlungen	Mianburg 07.02.17	115
Münsterer, J.	Einfluss von Erntezeitpunkt und Trocknung auf den Brauwert der Flavor-Hopfsorten Mandarina Bavaria, Hallertau Blanc und Polaris	LfL-Hopfenbauversammlungen	Lindach 08.02.17	50
Münsterer, J.	Einfluss von Erntezeitpunkt und Trocknung auf den Brauwert der Flavor-Hopfsorten Mandarina Bavaria, Hallertau Blanc und Polaris	LfL-Hopfenbauversammlungen	Oberhatzkofen 10.02.17	45
Münsterer, J.	Einfluss auf Erntezeitpunkt und Trocknung auf den Brauwert der Flavor-Hopfsorten Mandarina Bavaria, Hallertau Blanc und Polaris	LfL-Hopfenbauversammlungen	Biburg 13.02.17	48
Obster, R.	Anwenderschutz in puncto Pflanzenschutzmitteleinsatz	Hoftag zum Thema Befüllen und Reinigen von Pflanzenschutzgeräten, Düsentech- nik und Anwenderschutz	Geibensteinen 23.05.17	110
Obster, R.	Effective plant protection with forecasting systems, warning service and call to action"	11 Meeting of the Advisory Board of the Society of Hop Research	München 12.09.17	20
Portner, J.	Auswirkungen der neuen Düngeverordnung im Hopfen	Hopfen Tischgespräch	Uttenhofen 01.02.17	20
Portner, J.	Auswirkungen der neuen Düngeverordnung im Hopfen	Informationsveranstaltung Landhandel	Wörth a.d. Isar 03.02.17	20
Portner, J.	Auswirkungen der neuen Düngeverordnung im Hopfen	LfL-Hopfenbauversammlung	Spalt 06.02.17	35
Portner, J.	Auswirkungen der neuen Düngeverordnung im Hopfen	LfL-Hopfenbauversammlung	Hedersdorf 06.02.17	22
Portner, J.	Auswirkungen der neuen Düngeverordnung im Hopfen	LfL-Hopfenbauversammlung	Mainburg 07.02.17	115
Portner, J.	Auswirkungen der neuen Düngeverordnung im Hopfen	LfL-Hopfenbauversammlung	Lindach 08.02.17	50
Portner, J.	Auswirkungen der neuen Düngeverordnung im Hopfen	LfL-Hopfenbauversammlung	Oberhatzkofen 10.02.17	45
Portner, J.	Auswirkungen der neuen Düngeverordnung im Hopfen	LfL-Hopfenbauversammlung	Biburg 13.02.17	48
Portner, J.	Auswirkungen der neuen Düngeverordnung im Hopfen	LfL-Hopfenbauversammlung	Osseltshausen 14.02.17	55
Portner, J.	Auswirkungen der neuen Düngeverordnung im Hopfen	LfL-Hopfenbauversammlung	Niederlauterbach 15.02.17	130
Portner, J.	Auswirkungen der neuen Düngeverordnung im Hopfen	LfL-Hopfenbauversammlung	Tettenwang 16.02.17	45
Portner, J.	Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit einer Hopfenbewässerung	Informationsveranstaltung	Niederulrain 17.02.17	19
Portner, J.	Aktuelles zum Thema Pflanzenschutz	Hoftag zum Thema Befüllen und Reinigen von Pflanzenschutzgeräten, Düsentech- nik und Anwenderschutz	Geibensteinen 23.05.17	110

Referenten	Thema/Titel	Veranstaltung	Ort/Datum	TN
Seigner, E.	Forschung und Arbeiten zur Verticillium-Welke bei Hopfen	Arbeitsbesprechung Verticillium-Welke bei Hopfen	Hüll 09.01.17	7
Seigner, E.	Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettnanger	Hopfen-Dienstbesprechung	Stuttgart 08.03.17	13
Seigner, E.	Genombasierte Präzisionszüchtung für zukunftsweisende Qualitätshopfen	9. Sitzung DIP-Lenkungsausschuss	Bonn 16.03.17	10
Seigner, E.	Forschung und Arbeiten zur Verticillium-Welke bei Hopfen: Verticillium-freies Pflanzgut	Sitzung des Technisch-Wissenschaftl. Arbeitsausschusses der GfH	Wolnzach 06.04.17	25
Seigner, E.	Verticillium wilt on hops: Real-time PCR and meristem culture - essential tool to produce healthy planting material	Tagung der Wissenschaftlich-Technischen Kommission	St. Stefan am Walde 26.06.17	60
Seigner, E.	Hop breeding	Tagung der Wissenschaftlich-Technischen Kommission	St. Stefan am Walde 26.06.17	60
Seigner, E.	Business meeting of the Scientific Technical Commission	Tagung der Wissenschaftlich-Technischen Kommission	St. Stefan am Walde 26.06.17	30
Seigner, E.	Improved selection system to test for downy mildew tolerance of hops	Tagung der Wissenschaftlich-Technischen Kommission	St. Stefan am Walde 28.06.17	
Seigner, E.	Applied research for German hop growers and the brewing industry	Besuch einer Delegation aus Taiwan	Hüll 11.08.17	6
Seigner, E.	Innovationen bei der Entwicklung von Hüller Hopfensorten	IGN Hopfentag	Eichelberg 24.08.17	100
Seigner, E.	Präzisionszüchtung für Hopfen: Mehlauresistenz	Projekttreffen	13.11.2017	8
Seigner, E.	Genombasierte Präzisionszüchtung für zukunftsweisende Qualitätshopfen	Projekttreffen	Hüll 13.11.17	8
Seigner, E.	Genombasierte Präzisionszüchtung für zukunftsweisende Qualitätshopfen	Jahresgespräch GfH-LfL	Hüll 15.11.17	14
Seigner, E.	Hopfenforschung der LfL	Info-Veranstaltung für Berufsschule München	Hüll 07.12.17	62
Sichelstiel, W.	Aktuelle Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfenbau	Fachgespräch	Wolnzach 16.01.17	24
Sichelstiel, W.	Verfügbare Mittel und Anwendungsstrategien für die Pflanzenschutzsaison 2017	Tischgespräch Landhandel	Uttenhofen 01.02.17	17
Sichelstiel, W.	Verfügbare Mittel und Anwendungsstrategien für die Pflanzenschutzsaison 2017	Tischgespräch Landhandel	Wörth 03.02.17	20
Sichelstiel, W.	Verfügbare Mittel und Anwendungsstrategien für die Pflanzenschutzsaison 2017	Hopfenbauversammlung	Spalt 06.02.17	35
Sichelstiel, W.	Verfügbare Mittel und Anwendungsstrategien für die Pflanzenschutzsaison 2017	Hopfenbauversammlung	Hedersdorf 06.02.17	22
Sichelstiel, W.	Verfügbare Mittel und Anwendungsstrategien für die Pflanzenschutzsaison 2017	Hopfenbauversammlung	Mainburg 07.02.17	115

Referenten	Thema/Titel	Veranstaltung	Ort/Datum	TN
Sichelstiel, W.	Verfügbare Mittel und Anwendungsstrategien für die Pflanzenschutzsaison 2017	Hopfenbauversammlung	Lindach 08.02.17	50
Sichelstiel, W.	Verfügbare Mittel und Anwendungsstrategien für die Pflanzenschutzsaison 2017	Hopfenbauversammlung	Biburg 13.02.17	48
Sichelstiel, W.	Verfügbare Mittel und Anwendungsstrategien für die Pflanzenschutzsaison 2017	Hopfenbauversammlung	Osseltshausen 14.02.17	55
Sichelstiel, W.	Verfügbare Mittel und Anwendungsstrategien für die Pflanzenschutzsaison 2017	Hopfenbauversammlung	Niederlauterbach 15.02.17	130
Sichelstiel, W.	Verfügbare Mittel und Anwendungsstrategien für die Pflanzenschutzsaison 2017	Hopfenbauversammlung	Tettenwang 16.02.17	45
Sichelstiel, W.	Verfügbare Mittel und Anwendungsstrategien für die Pflanzenschutzsaison 2017	Hopfenbauversammlung	Oberhatzkofen 10.02.17	45
Weihrauch, F.	Wissenswertes zu Biologie und Bekämpfungsmöglichkeiten des Hopfen-Erdflohs	BayWa-Tischgespräch Hopfen	Uttenhofen 01.02.17	20
Weihrauch, F.	Wissenswertes zu Biologie und Bekämpfungsmöglichkeiten des Hopfen-Erdflohs	LfL- Hopfenbauversammlung	Hedersdorf 06.02.17	22
Weihrauch, F.	Wissenswertes zu Biologie und Bekämpfungsmöglichkeiten des Hopfen-Erdflohs	LfL- Hopfenbauversammlung	Spalt 06.02.17	35
Weihrauch, F.	Wissenswertes zu Biologie und Bekämpfungsmöglichkeiten des Hopfen-Erdflohs	LfL- Hopfenbauversammlung	Mainburg 07.02.17	115
Weihrauch, F.	Drittmittel-Projekte 2016 in Hüll zum Ökologischen Hopfenbau	Hopfenbautag auf der Bio- land-Woche 2017	Plankstetten 07.02.17	35
Weihrauch, F.	Wissenswertes zu Biologie und Bekämpfungsmöglichkeiten des Hopfen-Erdflohs	LfL- Hopfenbauversammlung	Lindach 08.02.17	50
Weihrauch, F.	Wissenswertes zu Biologie und Bekämpfungsmöglichkeiten des Hopfen-Erdflohs	LfL- Hopfenbauversammlung	Oberhatzkofen 10.02.17	45
Weihrauch, F.	Wissenswertes zu Biologie und Bekämpfungsmöglichkeiten des Hopfen-Erdflohs	LfL- Hopfenbauversammlung	Biburg 13.02.17	48
Weihrauch, F.	Wissenswertes zu Biologie und Bekämpfungsmöglichkeiten des Hopfen-Erdflohs	LfL- Hopfenbauversammlung	Osseltshausen 14.02.17	55
Weihrauch, F.	Wissenswertes zu Biologie und Bekämpfungsmöglichkeiten des Hopfen-Erdflohs	LfL- Hopfenbauversammlung	Niederlauterbach 15.02.17	130
Weihrauch, F.	Wissenswertes zu Biologie und Bekämpfungsmöglichkeiten des Hopfen-Erdflohs	LfL- Hopfenbauversammlung	Tettenwang 16.02.17	45
Weihrauch, F.	Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen	14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau	Freising 09.03.17	30

Referenten	Thema/Titel	Veranstaltung	Ort/Datum	TN
Weihrauch, F.	Kontrolle des Hopfen-Erdflahs <i>Psylliodes attenuatus</i> im Ökologi- schen Hopfenbau: Gibt es Optionen?	Entomologentagung 2017	Freising 15.03.17	35
Weihrauch, F.	Flea-beetle control in organic hops: Are there options?	Tagung der Wissenschaft- lich-Technischen Kommis- sion des Internationalen Hopfenbaubüros IHB	St. Stefan am Walde 27.06.17	60
Weihrauch, F.	Plant protection issues in organic hops in Germany	56th Congress of the International Hop Growers' Convention, I.H.G.C.	Yakima, WA, USA 31.07.17	110
Weihrauch, F.	Report on the 2017 Meeting of the Scientific-Technical Commission	56th Congress of the International Hop Growers' Convention, I.H.G.C.	Yakima, WA, USA 31.07.17	110
Weihrauch, F.	Integrated Pest Management in German Hop Cultivation	International Conference on Plant Protection in Hop Growing in the Framework of the 56th Congress of the International Hop Growers' Convention	Yakima, WA, USA 02.08.17	95
Weihrauch, F.	Minimierung des Einsatzes kupferhal- tiger Pflanzenschutzmittel im ökologi- schen und integrierten Hopfenbau	Hopfen-Rundfahrt 2017	Schwein- bach 31.08.17	185
Weihrauch, F.	Spinnmilbenmanagement mit geringerem Akarizideinsatz – gibt es Plan B?	Fachtagung 'Pflanzenschutz im deutschen Hopfenbau - aktuelle Situation und Per- spektiven'	Oberulrain 01.09.17	70
Weihrauch, F.	Möglichkeiten und Grenzen des Pflanzenschutzes beim Integrierten und Ökologischen Anbau von Hopfen	Sitzung des Agrarauschus- ses des Deutschen Brauer- Bundes e.V.	München 14.09.17	21
Weihrauch, F.	Ergebnisse des Kupfer-Monitorings der Bio-Verbände und Stand der Umsetzung des Strategiepapiers im Bereich Hopfen	Europäische Tagung zu Kupfer als Pflanzenschutz- mittel	Berlin 16.11.17	90
Weihrauch, F.	Spinnmilbenmanagement im Hopfen- bau – Stand der Dinge 10 Jahre später	35. Tagung des AK "Nutz- arthropoden und Entomopa- thogene Nematoden"	Berlin 29.11.17	37
Wolf, S.	An overview on forecasting systems for Downy and Powdery mildew in Hallertau hops	Tagung der Wissenschaft- lich-Technischen Kommis- sion des Internationalen Hopfenbaubüros IHB	St. Stefan am Walde 27.06.17	60
Wolf, S.	Chemisches Hopfenputzen	LfL-Hopfenbau Lehrfahrt	Affalter- bach 09.08.17	45
Wolf, S.	Pflanzenschutz im Hopfenanbau 2017	Fachtagung "Pflanzenschutz im deutschen Hopfenbau - aktuelle Situation und Per- spektiven"	Oberulrain 01.09.17	70

Referenten	Thema/Titel	Veranstaltung	Ort/Datum	TN
Wolf, S.	Konventioneller Pflanzenschutz im Hopfenjahr 2017	Sitzung des Agrarrausschusses des Deutschen Brauerbundes e.V.	München 14.09.17	21
Wolf, S.	Kontrolle des Drahtwurms (<i>Agrigotes ssp.</i>) mittels <i>Metarhizium brunneum</i> in der Kultur Hopfen	35. Tagung des AK "Nutzarthropoden und Entomopathogene Nematoden"	Berlin 28.11.17	37

9.3.6 Führungen

Datum	Name	Thema/ Titel	Gäste	TZ
04.07.2017	Doleschel, P.	Bedeutung des Hopfenbaus und der Hopfenforschung in der Region Hallertau, Hopfenforschung in Hüll, Sortenzüchtung als Voraussetzung für eine nachhaltige Hopfenerzeugung, praktische Vorführung unterschiedlicher Aromahopfen	Delegation des MdB Erich Irlsdorfer	15
30.08.2017	Doleschel, P. Seigner, E. Kammhuber, K.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Hopfenanalytik, Special Flavor Sorten	Deutsches Maiskomitee	8
31.07.2017	Kammhuber, K.	Hopfenforschung in Hüll	ABInbev	3
22.08.2017	Kammhuber, K. Seigner, E. Weihrauch, F.	Hopfenforschung der LfL, Pflanzenschutz, Hopfenanalytik, Hopfenzüchtung	Hopfenpflanzer und Wissenschaftler	2
21.11.2017	Kammhuber, K. Kneidl, J. Weihrauch, F.	Hopfenzüchtung, Hopfenanalytik, Integrierter und Biologischer Pflanzenschutz, Ökohopfen	Studenten der HSWT, Studiengang Lebensmittelmanagement	40
27.06.2017	Kammhuber, K.	Hopfenforschung allgemein mit besonderem Interesse an Xanthohumol	AB-Inbev	3
05.07.2017	Kammhuber, K.	Hopfenforschung allgemein mit speziellen Interesse an Analytik und ökologischen Hopfenbau	Bezirksregierung Götaland Abt. Landwirtschaft	3
17.08.2017	Lutz, A.	Hopfenforschung der LfL	Ruheständler der LfL	50
06.07.2017	Lutz, A.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung	Bundessortenamt	2
17.07.2017	Lutz, A.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Pflanzenschutz, Hopfenanalytik	Bayer. Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, Ref. 64	15
19.05.2017	Lutz, A.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Pflanzenschutz, chem. Analyse	Studenten, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf	20
27.10.2017	Lutz, A.	Hopfensorten und Aromabonitur	AB-InBev, Brauer	3
17.08.2017	Lutz, A.	Hopfensorten, Hopfenernte, richtiger Zeitpunkt	Hopfenpflanzer von ISO-Betrieben	60
06.09.2017	Lutz, A.	Hopfenzüchtung, Sorten	BraufactuM	52
05.05.2017	Lutz, A.	hop research, hop breeding,	US Pflanze und Züchter, A-B InBev	4
13.09.2017	Lutz, A. Kammhuber, K.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Hopfenanalytik	Journalist der Zeitschrift Craftbier	1

Datum	Name	Thema/ Titel	Gäste	TZ
29.08.2017	Lutz, A. Kneidl, J.	Hopfenzüchtung, Sorten und Zuchtstämme	Eiswerk Paulaner	7
23.06.2017	Lutz, A. Münsterer, J.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung und Hopfenbau	Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen	15
28.07.2017	Lutz, A. Münsterer, J.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung und Pflanzenbau	Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen	12
29.08.2017	Lutz, A. Münsterer, J. Kammhuber, K.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Hopfenbau, Pflanzenschutz	Agrolab	15
28.09.2017	Lutz, A. Seigner, E.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung	Carlsberg - Rohstoff-Management	6
15.09.2017	Lutz, A. Seigner, E.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Hopfenaroma	AB-InBev, Chefbraumeister	2
15.09.2017	Lutz, A. Seigner, E.	Hopfenforschung, Hopfenzüchtung	AB-InBev, Management	10
08.09.2017	Lutz, A. Seigner, E.	Hopfenzüchtung	Barth Haas Group	5
07.12.2017	Lutz, A. Seigner, E.	Hopfenzüchtung, Aroma-analytik, Hopfenbau	Schüler der Berufsschule München, Braumeister	62
07.03.2017	Lutz, A. Weihrauch, F.	Hopfenzüchtung, Ökologischer Hopfenbau,	WiTa-Vorexkursion "Öko-Hopfen und Bio-Bier"	28
05.07.2017	Lutz, A. Wolf, S.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung und Pflanzenschutz	Bayer - Berater Obst- und Sonderkulturen	10
24.08.2017	Seigner, E.	Hopfenanbau, Sorten, in vitro-Kultur	Hopfenpflanzer und Wissenschaftler	2
21.06.2017	Seigner, E.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Hopfenproduktion	Baltika Carlsberg, BayWa	4
20.03.2017	Seigner, E.	Hop breeding, Huell Special Flavor hops	Mitsui	1
22.03.2017	Seigner, E.	hop research, hop breeding, chemical analysis	Barth Haas Group	6
10.07.2017	Seigner, E.	hop research, hop breeding, hop analytics	AB-InBev, Craft Brauer	35
23.06.2017	Seigner, E.	hop research, hop breeding, hop analytics	Tsingtao Brauerei, HVG	7
20.03.2017	Seigner, E. Engelhard, B. - GfH	Produktion der Special Flavor-Sorten Callista und Ariana	Mitsui International	1
08.09.2017	Seigner, E. Kammhuber, K.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Hopfenanalytik	The Kloser Group	6
30.08.2017	Seigner, E. Kammhuber, K.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Hopfenanalytik, Hopfenaroma	Brauschule Bremen	24
13.09.2017	Seigner, E. Kammhuber, K.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Hopfenanalytik, Pflanzenschutz, GfH-Mitgliedschaft	Chin. Brauerei	5
20.09.2017	Seigner, E. Kammhuber, K.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Special Flavor Hopfen, Aromaanalytik	Brauer und Bier-sommeliere	25
18.09.2017	Seigner, E. Kammhuber, K.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Special Flavor Hopfen, Aromaanalytik	Polar Brauerei	7

Datum	Name	Thema/ Titel	Gäste	TZ
25.08.2017	Seigner, E. Kammhuber, K.	hop research of the LfL, hop breeding, hop analytics, Special Flavor hops	AB-InBev, Brewmaster Class	45
22.08.2017	Seigner, E. Kammhuber, K.	hop research, hop breeding, Special Flavor hops	Diageo, Innovationsteam; Barth Haas Group	8
18.07.2017	Seigner, E. Kammhuber, K. Euringer, S.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Pflanzenschutz, Hopfenanalytik, Verticillium-Forschung - neues Projekt	Studenten, TUM Getränke- und Brautechnologie	18
06.06.2017	Seigner, E. Münsterer, J.	Hopfenforschung der LfL, Züchtung, Pflanzenschutz, Krankheiten und Schädlinge, Hopfenanalytik	Studenten und Prof. von Tiedemann, Universität Göttingen	35
05.04.2017	Sichelstiel, W.	Hopfenforschungszentrum Hüll	FU Pfaffenhofen	15
16.05.2017	Sichelstiel, W. Kammhuber, K. Seigner, E.	hop research	EU-Projektgruppe, AFL PAF, StMELF	15
07.03.2017	Sichelstiel, W. Lutz, A.	Hop research, hop breeding	Barth-Haas Group	6
24.03.2017	Weihrauch, F.	Hopfenforschung allgemein, v.a. Öko-Hopfen	Wissenschaftler der SLU	5

9.3.7 Ausstellungen und Poster

Autor(en)	Titel	Veranstaltung/ Ort	Veranstalter
Euringer, S.; Seigner, E.	Maßnahmen gegen die Verticillium-Welke bei Hopfen	Hüll	
Euringer, S.; Seigner, E.	Verticillium-Welke bei Hopfen	Hüll	
Seigner, E.	Detached leaf assay to test for downy mildew tolerance in hops	Tagung der Wissenschaftlich-Technischen Kommission, St. Stefan am Walde	Wissenschaftlich-Technische Kommission des Internationalen Hopfenbaubüros
Seigner, E.; Lutz, A.	Innovations in the development of new Hüll hop cultivars		
Seigner, E.; Lutz, A.	Innovationen bei der Entwicklung neuer Hüller Hopfensorten	IGN-Hopfentag, Niederlauterbach	IGN Hopfenvermarktungs- und Vertriebs-GmbH

9.4 Mitarbeit in Arbeitsgruppen, Mitgliedschaften

Mitglied	Organisation
Doleschel, P.	Bayerische Pflanzenzuchtgesellschaft
	DLG e.V., Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
	DLG-Ausschuss für Pflanzenzüchtung und Saatgutwesen
	GIL, Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst-, Ernährungswirtschaft e.V.
	Gesellschaft für Hopfenforschung
	Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V.
	Gesellschaft für Pflanzenzüchtung
	ISIP e.V. (Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion)
	Kartoffelgesundheitsdienst Bayern e.V.
	LKP
	Testgremium für Pflanzkartoffeln in Bayern
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-Anerkennungsverf. z. Beurteilung v. Pflanzenschutzgeräten
	JKI-Länderarbeitsgruppe "Kontrolle von Pflanzenschutzgeräten"
	Meisterprüfungsausschüsse Niederbayern, Oberbayern-Ost und Oberbayern-West für den Ausbildungsberuf Landwirt
Seigner, E.	Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.
	Gesellschaft für Pflanzenzüchtung
	Wissenschaftlich-Technische Kommission des Internationalen Hopfenbaubüros: Chairperson (bis 26.06.2017)
Sichelstiel, W.	DPG, Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft
	EU Commodity Expert Group (CEG) Minor Uses in Hops: Chair (bis 22.10.2017)
	Gesellschaft für Hopfenforschung
Weihrauch, F.	Arbeitsgemeinschaft Bayerischer Entomologen e.V.
	British Dragonfly Society
	DGaaE, Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie
	DGaaE, AK Neuropteren
	DGaaE, AK Nutzarthropoden und Entomopathogene Nematoden
	DGfO, Deutsche Gesellschaft für Orthopterologie
	DPG, Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft
	EU Commodity Expert Group (CEG) Minor Uses in Hops: Chair (kommissarisch)
	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
	Wissenschaftlich-Technische Kommission des Internationalen Hopfenbaubüros: Chairman (ab 26.06.2017)
Worldwide Dragonfly Society	
Wolf, S.	EU Commodity Expert Group (CEG) Minor Uses in Hops

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 (bis 22.10.2017)

Direktor an der LfL Dr. Doleschel Peter (ab 23.10.2017 kommissarisch)

Hertwig Alexandra

Krenauer Birgit

IPZ 5a

AG Hopfenbau, Produktionstechnik

LD Portner Johann

Fischer Elke

LA Fuß Stefan

LAR Münsterer Jakob

B.Sc. Obster Regina (ab 01.03.2017)

M.Sc. Stampfl Johannes (ab 23.03.2017)

IPZ 5b

AG Pflanzenschutz im Hopfenbau

LD Sichelstiel Wolfgang (bis 22.10.2017)

Dipl.-Biol. Dr. Weihrauch Florian (ab 23.10.2017 kommissarisch)

BTA Eisenbraun Daniel (bis 31.03.2017)

M.Sc. Euringer Simon (ab 01.06.2017)

Felsl Maria

LI Meyr Georg

BTA Mühlbauer Marlene (ab 15.05.2017)

Weiher Johann

M.Sc. Wolf Silvana

IPZ 5c
AG Züchtungsforschung Hopfen
RD Dr. Seigner Elisabeth

Brummer Brigitte
Dandl Maximilian (bis 31.07.2017)
LTA Enders Renate
CTA Forster Brigitte
Graßl Herbert
Grebmair Hermann
CTA Hager Petra
LTA Haugg Brigitte
Hock Elfriede
Agr.-Techn. Ismann Daniel
LTA Kneidl Jutta
LR Lutz Anton
Maier Margret
Mauermeier Michael
Pflügl Ursula
Suchostawski Christa (bis 31.10.2017)

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