



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.

Jahresbericht 2015

Sonderkultur Hopfen



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

März 2016



LfL-Information

Impressum:

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan
Internet: 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 2016

Druck: ES-Druck, 85356 Freising-Tüntenhausen

Schutzgebühr: 5,-- €

Vorwort

90 Jahre Hopfenforschung – zukunftsweisend und nachhaltig

Seit 1926 und damit seit 90 Jahren ist der kleine Ort Hüll bei Wolnzach in der Hallertau „das“ Zentrum für die Hopfenforschung in Deutschland. Mit dem Auftreten der noch unbekannteren Krankheit *Pseudoperonospora humuli* war die Existenz des Hopfenbaus in Bayern und die Rohstoffversorgung der Brauereien gleichermaßen bedroht. Aus Sorge um die Hopfenversorgung gründeten vor allem Brauer die Gesellschaft für Hopfenforschung, einen privaten Verein, der bis heute für vorausschauende Forschung rund um den Hopfen steht.

Heute arbeiten der Freistaat Bayern mit dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der LfL sowie die Gesellschaft für Hopfenforschung in einer bewährten öffentlich-privaten Partnerschaft gemeinsam und zielorientiert an Lösungen aktueller Fragen und Probleme des Hopfenbaus.

Herausforderungen durch Krankheiten und Schädlingen sind im Hopfenbau unverändert aktuell, sei es durch neue oder veränderte Schaderreger oder durch den Wegfall bewährter Pflanzenschutzmittel. Der integrierte Ansatz in der Hüller Forschung ist die ideale Herangehensweise an die Probleme. Ohne Reibungsverluste kommen Produktionstechnik, Pflanzenschutz, Hopfenzüchtung, Qualitätsforschung und Wissenstransfer aus einer Hand in die Praxis. Forschungs- und Versuchsergebnisse werden zügig auf den Betrieben umgesetzt.

2015 war in der Hallertau das zweite Trockenjahr innerhalb von drei Jahren. Die Herausforderungen des Klimawandels an den Hopfenbau und die Hopfenforschung werden greifbarer. Anpassungsmaßnahmen im Anbau, Pflanzenschutz und in der Züchtung werden verstärkt gefragt. Projekte zur Bewässerung, zur Reduzierung des Energieverbrauchs bei der Trocknung, zu verfeinerten Krankheitsprognosen, zur integrierten Schädlingsabwehr, zur Anpassung des Pflanzenschutzaufwands an das notwendige Maß und zur Entwicklung robuster, gesunder und zugleich marktgerechter Sorten unterstützen den Anpassungsprozess.

Auch die aktuelle Situation am Hopfenmarkt ist eine große Herausforderung für den Hopfenbau und die Züchtung. Bei weltweit sinkendem Bierausstoß steigt wegen der Nachfrage durch die Craft-Brauer zugleich der Bedarf an Aromahopfen und dabei insbesondere an Hopfen mit speziellen Aromen stark an. Der Rückzug der US-Hopfenpflanzler aus dem Bitterhopfensektor ist ein zusätzlicher Faktor, der zu einem Anpassungsdruck im Hopfenbau führt. Neuzüchtungen zur Ergänzung und Verbesserung des Sortenportfolios sind bei gleichzeitiger Beachtung der Zuchtziele Ertrag, Gesundheit und Standorteignung Schlüsselemente für den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit des Hopfenbaus in Deutschland.

Die in diesem Bericht vorgestellten aktuellen Forschungs-, Versuchs- und Beratungsprojekte stellen sich den Herausforderungen, um für die Zukunft gut gerüstet zu sein. Erfolge sind dabei keine Selbstverständlichkeit. Unverzichtbar für den Erfolg der Hopfenforschung sind Engagement, Fleiß und Kreativität der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Hüll, Wolnzach und Freising, denen an dieser Stelle herzlich „Danke“ gesagt werden soll.

Dr. Michael Möller
Vorsitzender des Vorstandes
der Gesellschaft für Hopfenforschung

Dr. Peter Doleschel
Leiter des Instituts für
Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Inhaltsverzeichnis

Seite

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen | 7 |
| 1.1 | Laufende Forschungsvorhaben | 7 |
| 1.2 | Forschungsschwerpunkte | 24 |
| 1.2.1 | Forschungsschwerpunkte Züchtung..... | 24 |
| 1.2.2 | Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik | 27 |
| 1.2.3 | Forschungsschwerpunkte Hopfenqualität und Analytik | 30 |
| 1.2.4 | Forschungsschwerpunkte Pflanzenschutz im Hopfen..... | 32 |
| 2 | Witterung und Wachstumsverlauf 2015 - Auswirkungen auf produktionstechnische Maßnahmen in der Hallertau..... | 40 |
| 3 | Statistische Daten zur Hopfenproduktion | 43 |
| 3.1 | Anbaudaten | 43 |
| 3.1.1 | Struktur des Hopfenbaus | 43 |
| 3.2 | Ertragssituation im Jahr 2015..... | 47 |
| 4 | Züchtungsforschung Hopfen..... | 50 |
| 4.1 | Klassische Züchtung | 50 |
| 4.1.1 | Kreuzungen 2015 | 50 |
| 4.1.2 | Zwei neue Hüller Special Flavor-Hopfen-Sorten - einzigartige Aromakompositionen für neue Geschmackserlebnisse in Bieren..... | 51 |
| 4.2 | Biotechnologie in der Hopfenzüchtung | 58 |
| 4.2.1 | Ansatz zur Viroid-Freimachung über somatische Embryogenese | 58 |
| 5 | Hopfenbau, Produktionstechnik..... | 61 |
| 5.1 | N _{min} -Untersuchung 2015..... | 61 |
| 5.2 | Auswirkungen unterschiedlicher Verfahren der Zwischenfruchteinsatz im Hopfen auf den Ertrag, die Bodenfeuchte, die Bodenstruktur und den Regenwurmbesatz | 63 |
| 5.2.1 | Variation des Einsaat- und Einarbeitungszeitpunkts der Zwischenfrucht | 65 |
| 5.2.2 | Wirkung der Zwischenfrucht auf den Regenwurmbesatz..... | 68 |
| 5.2.3 | Bodenwassergehalt und Aggregatstabilität | 70 |
| 5.2.4 | Diskussion und Folgerungen für die Praxis | 73 |
| 5.3 | Modellvorhaben Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz – Teilprojekt Hopfenbau; Leimschäden an Hopfen bei der Spinnmilbenbekämpfung | 74 |
| 5.3.1 | Zielsetzung | 74 |
| 5.3.2 | Methode..... | 74 |
| 5.3.3 | Ergebnisse | 75 |
| 5.4 | Testung von Infrarot-Sensoren zur Messung und Dokumentation der Doldenoberflächentemperatur bei der Hopfentrocknung..... | 76 |
| 5.5 | LfL-Projekte im Rahmen der Produktions- und Qualitätsinitiative..... | 79 |
| 5.5.1 | Jährliche Erhebung, Untersuchung und Auswertung von Qualitätsdaten von Hopfen nach der Ernte | 79 |
| 5.5.2 | Jährliche Erhebung und Untersuchung des Schädlingsbefalls in repräsentativen Hopfengärten in Bayer..... | 81 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 5.5.3 | Ringanalysen zur Qualitätssicherung bei der Alphasäurenbestimmung für Hopfenlieferungsverträge..... | 82 |
| 5.6 | Beratungs- und Schulungstätigkeit | 82 |
| 5.6.1 | Informationen in schriftlicher Form..... | 82 |
| 5.6.2 | Internet und Intranet..... | 82 |
| 5.6.3 | Telefonberatung, Anagedienste..... | 83 |
| 5.6.4 | Vorträge, Tagungen, Führungen, Schulungen und Versammlungen..... | 83 |
| 5.6.5 | Aus- und Fortbildung | 83 |
| 6 | Pflanzenschutz im Hopfen..... | 84 |
| 6.1 | Schädlinge und Krankheiten des Hopfens | 84 |
| 6.1.1 | Blattlaus | 84 |
| 6.1.2 | Peronospora..... | 85 |
| 6.2 | Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen..... | 86 |
| 6.3 | Monitoring des Falterfluges der Markeule <i>Hydraecia micacia</i> im Hopfen mittels Lichtfalle | 88 |
| 6.4 | Extremwetterlagen und Hopfenbau..... | 89 |
| 7 | Hopfenqualität und Analytik | 94 |
| 7.1 | Allgemeines..... | 94 |
| 7.2 | Die Craft Brewer Bewegung – eine neue Chance..... | 95 |
| 7.3 | Optimierung der Inhaltsstoffe als Zuchtziel..... | 95 |
| 7.3.1 | Anforderungen der Brauindustrie | 95 |
| 7.3.2 | Anforderungen der Craft Brewer | 96 |
| 7.3.3 | Alternative Anwendungsmöglichkeiten..... | 96 |
| 7.4 | Welthopfensortiment (Ernte 2014) | 98 |
| 7.5 | Verbesserung der Aromaanalytik mit dem neuen Gaschromatographie-Massenspektrometer-System..... | 98 |
| 7.5.1 | Sensorik und Analytik..... | 98 |
| 7.5.2 | Aromaanalytik..... | 100 |
| 7.5.3 | Untersuchungen über Schwefelverbindungen..... | 102 |
| 7.5.4 | Untersuchungen zur Biogenese von Schwefelverbindungen (Diplomarbeit Herr Hundhammer) | 105 |
| 7.6 | Ringanalysen zur Ernte 2015 | 110 |
| 7.6.1 | Auswertung von Kontrolluntersuchungen | 112 |
| 7.7 | Herstellung von reinen α -Säuren und deren ortho-Phenylendia-min-Komplexen zur Überprüfung und Kalibrierung der HPLC-Standards | 114 |
| 7.8 | Analysen für die Arbeitsgruppe IPZ 3d „Heil- und Gewürz-pflanzen“ | 114 |
| 7.9 | Kontrolle der Sortenechtheit | 114 |
| 8 | Veröffentlichungen und Fachinformationen | 115 |
| 8.1 | Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit..... | 115 |
| 8.2 | Veröffentlichungen | 115 |
| 8.2.1 | Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge | 115 |
| 8.2.2 | LfL-Schriften..... | 117 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 8.3 | Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen | 117 |
| 8.3.1 | Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare..... | 117 |
| 8.3.2 | Vorträge..... | 119 |
| 8.3.3 | Führungen | 127 |
| 8.3.4 | Ausstellungen und Poster | 132 |
| 8.4 | Aus- und Fortbildung | 133 |
| 8.5 | Mitarbeit in Arbeitsgruppen, Mitgliedschaften..... | 134 |
| 9 | Personal IPZ 5 - Arbeitsbereich Hopfen..... | 135 |

1 Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen

1.1 Laufende Forschungsvorhaben

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

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

Ziel

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

Mit Hilfe von Strömungssimulationen sollen zunächst die Luftverhältnisse, welche während der Trocknung im Bandtrockner vorherrschen, dargestellt werden.

Methode

Es wurde die Firma HTCO GmbH, Freiburg beauftragt, die Strömungsverhältnisse von in der Praxis gängigen Bandtrocknern mittels Strömungssimulation zu erfassen. Als Grundlage dienen technische Zeichnungen von Originalplänen und eigene Datenerhebungen. Zudem mussten die installierten Heiz- und Gebläseleistungen sowie das Trocknungsverhalten von Hopfen auf den einzelnen Bändern angegeben werden.

Ergebnis

Mit Hilfe der durchgeführten Strömungssimulation konnte die Luftgeschwindigkeitsverteilung in den verschiedenen Ebenen im Bandtrockner sehr gut aufgezeigt werden. Man sieht sehr deutlich die erhöhten Luftgeschwindigkeiten beim Einströmen der Trocknungsluft. Wie vermutet sind die Geschwindigkeiten im vorderen Drittel des oberen Trocknungsbandes deutlich niedriger. Ausgehend von diesen Erkenntnissen sollen nun Module und Maßnahmen entwickelt werden, um eine bessere Luftverteilung in Bandtrocknern zu gewährleisten.

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) |
| Projektleitung: | J. Portner |
| Bearbeitung: | M. Lutz |
| Kooperation: | Julius Kühn-Institut (JKI) Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP) 5 Demonstrationsbetriebe (mit Hopfenbau) in der Hallertau |
| Laufzeit: | 01.03.2014 – 31.12.2018 |

Ziel

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

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

Methode

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

Zur Pflanzenschutzmitteleinsparung und als nichtchemische Maßnahmen wurden folgende Behandlungen durchgeführt: Um die Pflanzenschutzmittel gezielter auszubringen und bei der Reihenbehandlung einzusparen, wurde in den frühen Entwicklungsstadien Sensor-Technik eingesetzt. Gegen den Wildverbiss wurde mit einem Wildvergrämungsmittel auf Schaffettbasis „Trico“ vorgegangen. Zum Hopfenputzen wurde mit Düngerlösungen behandelt und mechanisch per Hand oder mittels Entlaubungsgerät („Laubsauger“) entlaubt. Zur Queckenbekämpfung wurde das Unkraut um die äußersten Säulen per Hand ausgehauen. Gegen die Gemeine Spinnmilbe wurden Reben per Hand entlaubt und ein Leim-Anstrich angebracht.

Zur Veranschaulichung der Maßnahmen des integrierten Pflanzenschutzes wurden zwei Feldtage für interessierte Hopfenpflanzler durchgeführt. Zum einen wurde die Bandbreite an mechanischen und chemischen Hopfenentlaubungsmethoden vorgeführt und erläutert, angefangen von Entlaubungsgeräten, über Nährstofflösungen bis hin zur Herbizidanwendung. Zum anderen wurde der integrierte Pflanzenschutz speziell bei der Spinnmilbenbekämpfung forciert. Dabei wurde auf das Bekämpfungsschwellenmodell nach Dr. Weihrauch eingegangen und nichtchemische Bekämpfungsmaßnahmen wie der Leim-Anstrich oder der Raubmilbeneinsatz vorgestellt sowie das optimale Vorgehen bei den Akarizid-Anwendungen erläutert.

Die jährlich zu Erntebeginn stattfindende Pflanzenschutztagung für die Vertreter der Pflanzenschutzindustrie, Hopfenorganisationen und Fach- bzw. Zulassungsbehörden fand letztes Jahr auf einem Demonstrationsbetrieb statt. Vorgestellt wurde u. a. der verbesserte Anwenderschutz bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln durch die Vorführung einer stationären Einspülschleuse.

Ergebnisse

Der Wildverbiss konnte mittels „Trico“ sichtbar wirksam gestoppt werden. Bei den mit dem „Laubsauger“ behandelten Flächen musste der untere Rebenbereich noch zusätzlich chemisch behandelt werden. Das Handentlauben erforderte deutlich mehr Arbeitszeit pro ha als alle alternativen Entlaubungsmethoden.

Zwar konnte auf der Hälfte der mit Leim-Anstrich versehenen Flächen eine chemische Behandlung gegen die Spinnmilbe eingespart werden im Vergleich zum unbehandelten Bereich des Schlages. Doch sind auf allen mit Leim behandelten Flächen Schäden aufgetreten, die sich als Verbräunungen und Einschnürungen an den bestrichenen Stellen mit einer Vermorschung des Gewebes zeigten, wodurch die Reben vertrocknet sind. Auf diese Schäden wird im Kapitel 5 näher eingegangen. Bei der chemischen Spinnmilbenbekämpfung auf den übrigen Flächen konnte durch regelmäßige Bonituren bis zur Ernte eine Fläche sogar unbehandelt bleiben, da die Bekämpfungsschwelle nicht überschritten wurde.

Aussagen zu möglichen Pflanzenschutzmitteleinsparungen durch die intensive Kontrolle und gezielte Beratung können zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht gemacht werden.

Optimierung der Tröpfchenbewässerung im Hopfenbau (ID 4273)

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

Witterungsbedingt kommt es im Hopfen jährlich zu großen Ertragsschwankungen. Dies gefährdet die von der Brauwirtschaft geforderte Liefersicherheit. Aus diesem Grund haben sich in der Vergangenheit auf ca. 15 % der Flächen Bewässerungssysteme im Hopfen etabliert. Begrenzender Faktor ist hierbei die Verfügbarkeit von Wasser.

In diesem Zusammenhang tauchten auch Fragen auf, inwieweit die Bewässerung von Hopfen ökonomisch sinnvoll und ökologisch verträglich ist.

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

Die zu klärenden Hauptfragen der Praxis beziehen sich dabei auf:

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

Die durchgeführten Versuche und Ergebnisse werden im Rahmen einer Dissertation mit dem Titel „Tröpfchenbewässerung im Hopfenbau – Feldversuche, Physiologie und Rhizosphäre“ beschrieben und im Sommer 2016 veröffentlicht.

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

| | |
|------------------------|--|
| Träger: | Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen (IPZ 5b) |
| Finanzierung: | Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN-Projekt 2812NA014) |
| Projektleitung: | Dr. F. Weihrauch |
| Bearbeitung: | M. Jereb, A. Baumgartner, D. Eisenbraun, M. Felsl, L. Wörner |
| Laufzeit: | 01.05.2013 - 30.04.2016 |

Ziel

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

Methode und Ergebnisse

Siehe ausführlicher Bericht für 2015 unter Punkt 6.2, Seite 86.

Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen und integrierten Hopfenbau

| | |
|------------------------|---|
| Träger: | Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen (IPZ 5b) |
| Finanzierung: | Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G. |
| Projektleitung: | Dr. F. Weihrauch |
| Bearbeitung: | Dr. F. Weihrauch, A. Baumgartner, M. Felsl, A. Haid, D. Ismann |
| Kooperation: | Naturland-Hof Pichlmaier, Haushausen; Agrolytix GmbH, Erlangen; Hopsteiner (Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft m.b.H.), Mainburg |
| Laufzeit: | 01.03.2014 - 28.02.2017 |

Ziel

Nach umwelt- und anwendertoxikologischer Beurteilung u.a. durch das Umweltbundesamt sollten kupferhaltige Pflanzenschutzmittel generell nicht mehr eingesetzt werden. Ökobetriebe praktisch aller Kulturen können zum derzeitigen Stand allerdings nicht auf diesen Wirkstoff verzichten. Es sollte deshalb in einem vierjährigen, von der BLE über das Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖLN) installierten Versuchsprogramm von 2010 bis 2013 überprüft werden, wie weit die Kupfermengen im Hopfen pro Saison reduziert werden können, ohne den Ertrag und die Qualität des Erntegutes zu verschlechtern. Die derzeit erlaubte Aufwandmenge von 4,0 kg Cu/ha/Jahr sollte zumindest um ein Viertel auf 3,0 kg Cu/ha/Jahr reduziert werden.

Nach dem erfolgreichen Abschluss dieses Projektes hat es sich das aktuelle Nachfolgeprojekt zur Aufgabe gestellt, die erreichten 3,0 kg Cu/ha/Jahr kritisch zu prüfen und, soweit möglich, eine weitergehende Reduzierung des Kupfereinsatzes zu untersuchen.

Ergebnisse

Bedingt durch die heißen, trockenen Witterungsverhältnisse des Jahres 2015 blieb dieses Versuchsjahr hinsichtlich der eigentlichen Aufgabenstellung ergebnislos, da keinerlei Befallsdruck durch *Pseudoperonospora humuli* zu verzeichnen war. Da allerdings – anders als im ganz ähnlichen Jahr 2013 – das geplante Versuchsprogramm mit sechs Behandlungen uneingeschränkt durchgezogen wurde, kam es statt einer Wirksamkeitsprüfung zu einer wertvollen Verträglichkeitsprüfung der Prüfmittel. Dabei wurden in einigen Parzellen z.T. nur schwer erklärbare phytotoxische Effekte registriert; gut erklärbar waren allerdings die beim Prüfmittel ‚CuCaps‘ in allen Varianten mit mindestens 2 kg Cu/ha/Jahr aufgetretene Phytotoxizität.

Die bei dieser Formulierung bislang verwendeten Fettsäurekapseln mit eingeschlossenem Kupfersulfat hatten einen Schmelzpunkt von 50°C, wobei diese Temperatur auf den Blattoberflächen 2015 aufgrund der extrem heißen Witterung offensichtlich mehrmals dauerhaft überschritten wurde. Dadurch schmolzen die Fettsäurekapseln relativ schnell nach Applikation vollständig, das verkapselte Kupfersulfat tropfte fast schlagartig auf die Blätter und verursachte dadurch Verbrennungen. Als Konsequenz der 2015 gewonnenen Erfahrungen wird der Schmelzpunkt der ‚CuCaps‘ zukünftig auf 70°C angehoben, um derartige unerwünschte Effekte zu verhindern.

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

| | |
|------------------------|---|
| Träger: | Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen (IPZ 5b) |
| Finanzierung: | Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BioRegio 2020 – Landesprogramm Ökologischer Landbau) |
| Projektleitung: | Dr. F. Weihrauch |
| Bearbeitung: | Dr. F. Weihrauch, D. Eisenbraun, M. Jereb, L. Wörner |
| Kooperation: | Plant Research International B.V., Wageningen UR (University & Research Centre, NL); Julius-Kühn-Institut, Institut für Biologischen Pflanzenschutz, Darmstadt; Agrolytix GmbH, Erlangen; Hopsteiner (Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft m.b.H.), Mainburg |
| Laufzeit: | 03/2015-02/2018 |

Ziel

Der Hopfen-Erdfloh *Psylliodes attenuatus* wird im Ökologischen Hopfenbau in zunehmendem Maße zu einem gravierenden Problem für die Pflanze. Der angerichtete Schaden ist dabei in zwei Phasen zu unterteilen: Im zeitigen Frühjahr fressen die überwinterten Käfer an den austreibenden Jungpflanzen als erster Nahrungsquelle. Bei stärkerem Befall werden die jungen Blätter fast skelettiert und das Wachstum der Pflanzen wird signifikant verzögert. Noch beträchtlicher ist jedoch der Schaden durch die ab Juli wieder auftretende neue Generation adulter Käfer: Diese Tiere fressen in Hoch- und Spätsommer an den Blüten und sich entwickelnden Dolden bis in 5-6 m Gerüsthöhe und können dabei bei stärkerem Befall zu signifikanten Ertragsverlusten führen.

Im Öko-Hopfenbau gibt es derzeit keine wirksame Praxismethode der Erdflöhbekämpfung und die entstehenden Schäden werden gezwungenermaßen hingenommen. Da der Schädlingsdruck in den vergangenen zehn Jahren deutlich zugenommen hat, ist eine für den Ökolandbau taugliche Methode der Kontrolle von Erdflöhen im Hopfen zudem auch ein essentieller Baustein des integrierten Pflanzenschutzes.

Methoden und Ergebnisse

Im ersten Versuchsjahr wurden vor allem die verschiedenen angedachten Methoden auf ihre Wirksamkeit geprüft. Nach ersten Ergebnissen scheint der Fang über Gelbschalen mit die effektivste Methode darzustellen, wobei noch eine sehr wirksame Lockflüssigkeit gesucht wird. Erste Versuche mit Hopfen-Betasäuren als Repellent waren bestenfalls kurzfristig wirksam. Die mechanische Methode über Leimklappen ergibt zwar eine sehr gute Fängigkeit, ist aber auch sehr arbeitsintensiv. Als Flop muss der Versuch angesehen werden, die Tiere über eingetopfte Brennnesseln als alternative Futterpflanzen vom Befall des austreibenden Hopfens abzulenken.

Als wichtigstes Teilprojekt in Kooperation mit PRI Wageningen ist der Versuch anzusehen, das bislang unbekanntes Sexualpheromon des Hopfen-Erdflöhs zu identifizieren, um es für eine gezielte, hoch effektive Anlockung des Schädlings einzusetzen. Nachdem im Frühjahr 2015 mehr als 5.000 Erdflöhe eingefangen und in die Niederlande transportiert worden sind, laufen aktuell zahlreiche Analysen der Duftstoffe, die von männlichen wie weiblichen Tieren und von befallenen Hopfenpflanzen abgegeben werden, in den Labors in Wageningen. Diese Versuche werden 2016 fortgesetzt und dienen als Basis für weiterführende Versuchsansätze.

Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettninger

| | |
|------------------------|---|
| Träger: | Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen und AG Hopfenqualität/Hopfenanalytik |
| Finanzierung: | Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Baden-Württemberg Hopfenpflanzerverband Tettning; Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G. Gesellschaft für Hopfenforschung e.V. (2011-2014) |
| Projektleitung: | Dr. E. Seigner, A. Lutz |
| Bearbeitung: | A. Lutz, J. Kneidl, D. Ismann und Züchtungsteam (alle IPZ 5c) Dr. K. Kammhuber, C. Petzina, B. Wyschkon, M. Hainzmaier und S. Weihrauch (alle IPZ 5d) |
| Kooperation: | Hopfenversuchsgut Straß des Landwirtschaftlichen Technologiezentrums (LTZ), Baden-Württemberg, F. Wöllhaf |
| Laufzeit: | 01.05.2011 - 31.12.2016 |

Ziel

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

Ergebnisse

Sämlingsprüfung

Aus 21 gezielten Kreuzungen, die seit 2010 zwischen der Landsorte Tettninger und männlichen Hopfenstämmen aus Hüller Aromazüchtungsprogrammen durchgeführt worden sind, konnten bis jetzt über 840 auf Resistenz und Wüchsigkeit vorselektierte weibliche Sämlinge in die Sämlingsprüfung im Zuchtgarten in Hüll ausgepflanzt werden. Wie schon 2013, so wurde auch 2015 die Entwicklung der Sämlinge durch die extrem schwierigen Witterungsbedingungen stark negativ beeinflusst. Nur 17 Sämlinge wurden beerntet und deren Doldeninhaltsstoffe chemisch analysiert (EBC 7.7).

Stammesprüfung

Die beiden vielversprechenden Zuchtstämmen 2012/29/13 und 2013/45/37 erreichten 2015 die Stammesprüfung. Dabei werden jeweils 12 Pflanzen an zwei Standorten in der Hallertau und auf dem Versuchsgut Straß in Tettning über vier Jahre angebaut. Besonders der Stamm 2013/45/37 mit seinem dem Tettninger vergleichbaren klassisch fein-hopfig-würzigen Aroma und seinen guten agronomischen Merkmalen und Krankheitsresistenzen überzeugt auch nach der ersten Saison.

Tab. 1.1: Ernteergebnisse aus der Stammesprüfung 2015 mit zwei Zuchtstämmen im Vergleich zur Tettnanger Landsorte

| Eigenschaften | Tettnanger | Sämling 2012/29/13 | Sämling 2013/45/37 |
|-----------------------------------|--|--|--|
| Ort | | nur Hüll | Hüll, Stadelhof, Straß |
| Aromaeinschätzung | fein, hopfenwürzig | fein, anhaltend, hopfenwürzig | fein, hopfenwürzig |
| Ölkomponenten | Farnesen | Farnesen | Farnesen |
| α -Säuren (%) ¹ | 1,7 - 3,5 | 7,2 - 8,4 | 4,6 - 4,7 |
| β -Säuren (%) ¹ | 3,2 - 4,3 | 4,1 - 8,5 | 6,4 - 8,5 |
| Cohumulon (%) ² | 23 - 24 | 20 - 23 | 17 - 23 |
| Xanthohumol (%) ¹ | 0,26 - 0,32 | 0,47 - 0,52 | 0,32 - 0,42 |
| Agronom. Einschätzung | kopfbetont, Neigung zur Frühblüte, große Dolden, geringes Ertragspotenzial | kopfbetont, etwas Doldenverlaubung, große Dolden, mittlerer Ertrag | zyl. – kopfbetonte Rebe, mittlerer - guter Behang, schöne, kompakte Dolden, gutes Ertragspotenzial |

¹in Gew.-%; ² in % rel. von den Alphasäuren

Fünf weitere Sämlinge aus den Sämlingsjahrgängen 2012 und 2014 stehen nach der Saison 2015 in der Auswahl, in diese Selektionsstufe aufgenommen zu werden. Bevor die Vermehrung dieser Stämme beginnen kann, werden sie auf Virus- und Verticillium-Freiheit überprüft.

Ausblick

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

Nach der Stammesprüfung folgt die Hauptprüfung. Danach muss sich ein Stamm in den Parzellenprüfungen auf Praxisbetrieben (Reihenbau und Großflächenversuchsanbau) bewähren. Dieser Prüfabschnitt kann frühestens ab 2019/2020 in Angriff genommen werden. Hierbei können umfangreiche Erkenntnisse zu den agronomischen Leistungsmerkmalen und den Resistenzen an verschiedenen Standorten gesammelt werden. Zudem sichern diese Praxistests – insbesondere der Großflächenversuchsanbau auf Hektarbasis ausreichend Versuchsmaterial für Verarbeitungsstudien und verschiedene individuelle wie auch standardisierte Brauversuche.

Referenz

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

Mehltauisolate und ihr Einsatz in der Mehлтаuresistenzzüchtung bei Hopfen

| | |
|------------------------|--|
| Träger: | Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen |
| Finanzierung: | Gesellschaft für Hopfenforschung e.V. (2013 – 2014; 2017-2018) Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G. (2015 - 2016) |
| Projektleitung: | Dr. E. Seigner, A. Lutz |
| Bearbeitung: | A. Lutz, J. Kneidl S. Hasyn (EpiLogic) |
| Kooperation: | Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH, Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising |
| Laufzeit: | 01.01.2013 – 31.12.2018 |

Ziel

Seit dem Jahr 2000 werden für die Mehлтаuresistenzprüfung im Gewächshaus und Labor Mehлтаuisolate mit charakterisierten Virulenzeigenschaften eingesetzt. Zusammen mit den ständig optimierten Prüfsystemen im Gewächshaus und Labor bilden sie die Säulen für eine effektive Züchtung von mehлтаuresistenten Hopfensorten. Von EpiLogic, Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising, werden dazu 11 Mehлтаuisolate mit allen aktuell bekannten Virulenzgenen für die verschiedenen Arbeiten rund um die Mehлтаuresistenzzüchtung bereitgestellt. Sämlinge aus allen Züchtungsprogrammen werden diesen Mehлтаuprüfungen im Gewächshaus in Hüll und im Labor von EpiLogic (Blatt-Test) unterzogen. Damit erklärt sich die enorme Bedeutung dieser im Rahmen des Projektes durchgeführten Mehлтаutests, die in enger Kooperation zwischen LfL und EpiLogic erfolgen.

Beschreibung der Arbeiten

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

- **Mehltauisolate – Erhaltung und Charakterisierung**

Vor dem Start der Testungen werden jedes Jahr im Februar die Virulenzeigenschaften aller Mehлтаuisolate überprüft. Dazu wird ein Sortiment von elf Hopfensorten, die alle bisher bekannten Resistenzgene tragen, zur Differenzierung der Virulenzen eingesetzt. So wird sichergestellt, dass die zur Verfügung stehenden Isolate auch Jahre nach der Inkulturnahme keine ihrer Virulenzgene durch Mutation verloren haben. Außerdem werden hierbei auch neu im Anbaugebiet bzw. im Gewächshaus auftretende Mehлтаupopulationen auf ihre Virulenzeigenschaften hin untersucht.

- **Prüfung auf Mehлтаuresistenz im Gewächshaus**

Unter standardisierten Infektionsbedingungen werden jedes Jahr alle Sämlinge (ca. 100.000), die aus den Kreuzungen des Vorjahres entstanden sind, im Gewächshaus künstlich mit drei Mehлтаuisolaten beimpft. Dabei kommen Mehлтаustämme zum Einsatz, die alle Virulenzen aufweisen, die in der Hallertau verbreitet vorkommen. Damit kann eine große Zahl an Sämlingen geprüft und dabei geklärt werden, inwieweit sie Resistenzen aufweisen, die für den Anbau in der Hallertau dringend erforderlich sind. Nur Sämlinge, die als resistent eingestuft werden, kommen zur weiteren Selektion in die Vegetationshalle.

- **Prüfung auf Mehltaresistenz im Labor mit dem Blatt-Testsystem**

Des Weiteren werden Zuchtstämme, Sorten und Wildhopfen, die sich in den Vorjahren im Gewächshaus als resistent gezeigt hatten, im Labor von EpiLogic unter Nutzung des Blatt-Testsystems nachgetestet. Zur Inokulation wird ein englisches Mehltausolat („R2-Resistenzbrecher“) und ein Hallertauer Isolat („RWH18-Brecher“, das regionale Bedeutung hat) genommen. Nur Zuchtstämme und Sorten, die eine breite Widerstandsfähigkeit gegenüber Echtem Mehltau in beiden Prüfungen (Gewächshaus und Blatt-Test) beweisen, werden für die weitere Züchtung verwendet.

- **Beurteilung der Virulenzsituation im Anbaugebiet und Bewertung der Resistenzquellen mit dem Blatt-Testsystem**

Jedes Jahr werden die Virulenzgene der aktuellen Mehltaupopulationen in den deutschen Hopfenanbaugebieten bestimmt. Dabei wird die Reaktion von 11 Sorten und Wildhopfen, die alle bisher weltweit bekannten Resistenzgene tragen (= sog. Hopfen-Differenzialsortiment), gegenüber allen aktuell zur Verfügung stehenden Mehltausolaten getestet. Dadurch ist es möglich, zu beurteilen, ob bestehende Resistenzen in aktuellen Sorten und Zuchtstämmen noch voll wirksam sind (wie z. B. bei „Hallertau Blanc“ und 2010/72/20) bzw. ob sie nur noch regional begrenzt wirksam sind wie beispielsweise bei „Herkules“.

Tab. 1.2: Überblick zur Mehltaresistenztestung 2015 mit charakterisierten Mehltausolaten

| 2015 | Testung im Gewächshaus | | Blatt-Test im Labor EpiLogic | |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------|---------------------------------|--------------|
| | Pflanzen | Boniturdaten | Pflanzen | Boniturdaten |
| Sämlinge aus 82 Kreuzungen | ca. 100.000 bei Massenselektion | | - | - |
| Zuchtstämme | 153 | 401 | 153 | 779 |
| Sorten | 17 | 25 | 18 | 125 |
| Wildhopfen | 26 | 72 | 9 | 75 |
| Virulenzen Mehltausolate | - | - | 11 | 536 |
| Gesamt (Einzeltestungen) | 196 | 498 | 191 | 1.515 |

Massenselektion in Pflanzschalen; Einzeltestungen = Selektion als Einzelpflanzen in Töpfen

Meristemkulturen zur Eliminierung von Viren – Schnellere Bereitstellung von virusfreiem Pflanzmaterial

| | |
|------------------------|--|
| Träger: | Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen |
| Finanzierung: | Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V. |
| Projektleitung: | Dr. E. Seigner und A. Lutz |
| Bearbeitung: | B. Haugg |
| Kooperation: | Dr. L. Seigner und Team IPS 2c |
| Laufzeit: | 01.07.2014 – 31.12.2016 |

Ziel

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

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

Methode

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

Zur Absicherung des virusfreien Zustandes der aus den Meristemen sich entwickelnden Hopfen werden deren Blätter mit der DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay)-Technik bzw. mit der RT-PCR (Reverse Transkriptase Polymerasekettenreaktion) auf die verschiedenen hopfentypischen Viren von der Arbeitsgruppe IPS 2c untersucht. Grundsätzlich wird zur Testung auf das Hopfenmosaikvirus (HpMV) und das Apfelmosaikvirus (ApMV) die kostengünstigere Detektionsmethode mit ELISA genutzt. Die molekulare Technik kommt nur bei Untersuchungen auf das Amerikanische Latente Hopfenvirus (AHpLV), das Latente Hopfenvirus (HpLV), das Hop stunt Viroid (HpSVd) sowie das Latente Hopfenviroid (HpLVd) zum Einsatz oder wenn nur sehr wenig *in vitro*-Ausgangsmaterial für die Untersuchungen zur Verfügung steht.

Ergebnisse

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

Referenzen

Gatica-Arias, A. (2012): Metabolic engineering of flavonoid biosynthesis in hop (*Humulus lupulus* L.) for enhancing the production of pharmaceutically active secondary metabolites. University of Hohenheim, Dissertation.

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

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

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

Forschung und Arbeiten zur *Verticillium*-Problematik bei Hopfen

| | |
|------------------------|---|
| Träger: | Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen und AG Hopfenbau/Produktionstechnik |
| Finanzierung: | Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G. |
| Projektleitung: | Dr. S. Seefelder (bis 30.10.2015); Dr. E. Seigner (ab 01.11.2015) |
| Bearbeitung: | P. Hager, D. Eisenbraun (bis 31.03.2015) A. Lutz |
| Kooperation: | Dr. S. Radišek, Slovenian Institute of Hop Research and Brewing, Slowenien Prof. B. Javornik, Universität Ljubljana, Slowenien Hopfenbau und Produktionstechnik, IPZ 5a |
| Laufzeit: | seit 2008 – 30.05.2020 |

Ziel

Die Hopfenwelke, verursacht durch die Bodenpilze *Verticillium albo-atrum* (nach neuer Taxonomie: *Verticillium nonalfalfae* Inderbitzin et al.) und seltener *Verticillium dahliae*, stellt gegenwärtig eine große Herausforderung für Hopfenpflanzer als auch für die Hopfenforschung der LfL dar. Da eine direkte Bekämpfungsmöglichkeit von *Verticillium* über Pflanzenschutzmittel nicht besteht, müssen andere Lösungen gefunden werden, um dem durch die *Verticillium*-Welke massiv bedrohten Hopfenbau in Deutschland zu helfen.

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

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 zu verhindern. Um *Verticillium*-freies Pflanzgut für die LfL-eigenen Prüfungen und für den Vertragsvermehrter der GfH sicherzustellen, werden Hopfen mit phytopathologischen Methoden und seit 2012 mit einem neu entwickelten molekularen Detektions-System (Maurer et al., 2013) direkt aus der Rebe (*in planta*-Nachweis) auf den Welkepilz untersucht.

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

Darüber hinaus ist es dringend erforderlich, die Züchtung von Hopfen, die gegenüber milden und in besonderem Maße gegenüber den sehr aggressiven *Verticillium*-Stämmen Toleranz/Resistenz aufweisen, voranzutreiben. Ein Selektionssystem für *Verticillium*-tolerante Hopfen im Gewächshaus und Labor, wie es für die Auslese von toleranten bzw. resistenten Hopfen gegenüber Echtem Mehltau und *Peronospora* zur Verfügung steht bzw. in der Entwicklung ist, gibt es bisher am Hopfenforschungszentrum Hüll nicht. 2015 wurden auf einer Praxisfläche, wo auch aggressive *Verticillium*-Stämme nachgewiesen worden waren, Zuchtstämme und Sorten im Feldanbau auf ihre Welke-Toleranz geprüft. Die englische Sorte Wye Target dient als welketolerante Referenzsorte.

Methoden zum Nachweis von *Verticillium* in Hopfenproben

- Auslegen von Hopfenrebstücken auf Pilzselektionsmedium und mikroskopische Kontrolle des Pilzauswuchses zur Identifizierung von möglichen Infektionen mit *Verticillium albo-atrum* und *V. dahliae*
- DNA-Isolationen aus Pilzreinkulturen und Hopfenreben
- Molekulare Differenzierung von *Verticillium albo-atrum* und *V. dahliae* über Real-time PCR

Ergebnisse

– Molekularer *Verticillium*-Nachweis

Mit dem von Maurer et al. (2013) entwickelten hoch sensitiven „*Verticillium*-Detektions-Tool“ wurden 2015 über 100 Stämme aus dem Hüller Zuchtprogramm auf *Verticillium* untersucht. Hopfen ohne jegliche *Verticillium*-Kontamination konnten als gesundes Pflanzmaterial frei gegeben werden. Dabei werden mit dieser Real-Time PCR selbst *Verticillium*-Kontaminationen auf niedrigstem Level festgestellt.

– Feld-Selektion auf *Verticillium*-Toleranz

29 Zuchtstämme und 6 Sorten (7 Pflanzen pro Prüfglied und 3-fache Wiederholung) standen im Vergleich zur welkeresistenten Sorte Wye Target in der Feldprüfung. Trotz der Witterungsextreme im Jahr 2015 war eine klare Differenzierung von Welke-tolerant und hochsensibel reagierenden Hopfenstämmen und Sorten auf der mit *Verticillium* belasteten Selektionsfläche festzustellen. Da bis Ende Juni nass-kalte Witterungsbedingungen vorherrschten, konnte sich der Welkepilz recht gut in den Reben von anfälligen Hopfen etablieren. Im Vergleich zur als Welke-resistent eingestuften Sorte Wye Target zeigten einige Stämme auch keine bzw. kaum Welkesymptome. Diese ersten Erkenntnisse zur Welketoleranz bestimmter Zuchtstämme müssen auf jeden Fall in der kommenden Saison bestätigt werden, bevor eine klare Bewertung vorgenommen werden kann, zumal alle Stöcke erst 2015 auf dieser *Verticillium*-Befallsfläche ausgepflanzt worden waren. Begleitend zu diesem Feldsystem soll in den nächsten Jahren ein praxistaugliches künstliches *Verticillium*-Infektionssystem zur Selektion von toleranten Zuchtstämmen erarbeitet werden. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen soll ein gezieltes Züchtungsprogramm folgen. Dabei muss jedem Hopfenpflanzer bewusst sein, dass die gesteigerte Toleranz eines Hopfens den *Verticillium*pilz weiter dazu anregt, noch aggressivere Angriffsstrategien zu entwickeln, um sein Überleben zu sichern.

Der alleinige Anbau einer Welke-toleranten Sorte, ohne vorher im Boden eine deutliche Reduktion des *Verticillium*-Infektionspotenzials erreicht zu haben (z.B. durch Rodung und Sanierung des Bodens unter Gras über mehrere Jahre) und ohne begleitende phytosanitäre und pflanzenbauliche Maßnahmen, führt zum Brechen der Resistenz der Hopfensorte durch die Entstehung neuer, noch aggressiverer *Verticillium*-Stämme (Talboys, 1987).

Ausblick

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

Referenzen

- Inderbitzin, P. and Subbarao, K.V. (2014): *Verticillium* Systematics and Evolution: How Confusion Impedes *Verticillium* Wilt Management and How to Resolve It. *Phytopathology* 104 (6), 564-574.
<http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-11-13-0315-IA>
- Radišek, S., Jakše, J., Javornik, B. (2006): Genetic variability and virulence among *Verticillium albo-atrum* isolates from hop. *European Journal of Plant Pathology* 116: 301-314.
- Maurer, K.A., Radišek, S., Berg, G., Seefelder, S. (2013): Real-time PCR assay to detect *Verticillium albo-atrum* and *V. dahliae* in hops: development and comparison with a standard PCR method. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 120 (3), 105–114.
- Maurer, K., New strategies to control *Verticillium* wilt in hops. Dissertation, Technischen Universität Graz, 1-82, 2014.
- Maurer, K.A., Berg, G., Seefelder, S.(2014): Untersuchungen zur *Verticillium*-Welke im Hopfenanbaugebiet Hallertau. *Gesunde Pflanze*, 66, 53-61.
- Seefelder, S., Seigner, E., Niedermeier, E., Radišek, S. & Javornik, B. (2009): Genotyping of *Verticillium* pathotypes in the Hallertau: Basic findings to assess the risk of *Verticillium* infections. In: Seigner E. (Ed.) 2009: IHGC International Hop Growers' Convention of the Scientific Commission, Leon, Spain, 74-76.
- Talboys, P.W. (1987): *Verticillium* wilt in English hops: retrospect and prospect. *Can. Journal of Plant Pathology* 9, 68-77.

Monitoring von gefährlichen Viroid-Infektionen an Hopfen in Deutschland

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz, AG Virologie und Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen
- Finanzierung:** Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.
- Projektleitung:** Dr. L. Seigner, Institut für Pflanzenschutz (IPS 2c);
Dr. E. Seigner, A. Lutz (beide IPZ 5c)
- Bearbeitung:** P. Georgieva, Huber, L. Keckel, M. Kistler, D. Köhler,
F. Nachtmann (alle IPS 2c); A. Lutz, J. Kneidl (IPZ 5c)
- Kooperation:** Dr. K. Eastwell, Washington State University, Prosser, USA;
Dr. S. Radišek, Slovenian Institute of Hop Research and Brewing,
Slowenien
AG Hopfenbau und Produktionstechnik, IPZ 5a
AG Pflanzenschutz im Hopfenbau, IPZ 5b
Hopfenberater vor Ort
Hopfenring e.V.
Praxisbetriebe
Vermehrungsbetrieb Eickelmann, Geisenfeld
- Laufzeit:** März - Dezember 2015

Ziel

Mit der Zielsetzung die deutsche Hopfenproduktion von Viroidinfektionen frei zu halten wird seit 2008 von der LfL ein Monitoring auf das Hopfenstaucheviroid (Hop stunt viroid = HSVd) durchgeführt. Seit 2014 wird dabei auch auf das in Slowenien erstmals an Hopfen nachgewiesene Zitrusviroid (CVd IV = Citrus bark cracking viroid = CBCVd): Radišek et al. 2013; Jakše et al., 2014) getestet.

Dabei werden die Hopfenzuchtgärten der LfL wie auch Praxisbestände in allen deutschen Hopfenanbaugebieten beprobt. Ein Resümee zu diesen Arbeiten wurde 2014 veröffentlicht (Seigner et al., 2014). Da beide Schaderreger bei Hopfen, insbesondere unter Stressbedingungen, zu massiven Ertrags- und Alphasäureeinbußen führen können, sollen die Befallsherde möglichst frühzeitig detektiert und ausgelöscht werden. Denn durch Pflanzenschutzmittel können diese Pathogene nicht bekämpft werden.

Methode

Blattproben von Hopfenpflanzen aus den Zuchtgärten der LfL, einem Vermehrungsbetrieb der GfH sowie von Praxisflächen aus der Hallertau, aus Tettngang und dem Elbe-Saale- Gebiet wurden im Pathogendiagnostiklabor von IPS 2c mit einer molekularen Technik (RT-PCR = reverse Transkriptase Polymerasekettenreaktion) auf die beiden in Tab. 1.3 vorgestellten Pathogene untersucht. Getestet wurden zudem auch ausländische Sorten sowie unter Quarantänebedingungen gehaltene Pflanzen aus dem Ausland.

Tab. 1.3: Viroide, die bei Hopfen gravierende Schäden verursachen können

| Viroid deutsche Bezeichnung | Viroid englische Bezeichnung | Abkürzung | Nachweis- methode |
|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|----------------------|
| Hopfenstauche-Viroid | Hop stunt viroid | HpSVd | RT-PCR* |
| Zitrusviroid IV | Citrus viroid IV | CVd IV = CBCVd | RT-PCR# |

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

Bei der RT-PCR wurde stets eine interne Kontrolle auf Hopfen-mRNA (Seigner et al., 2008) mitgeführt, um das Funktionieren der RT-PCR zu überprüfen.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 192 Proben auf HpSVd und CVd IV getestet. In keiner Probe wurde Befall nachgewiesen, so dass davon auszugehen ist, dass die beiden Viroide noch keinen Einzug in den deutschen Hopfenanbau gefunden haben. Darüber hinaus wurden vor Beginn der Registerprüfung 20 Hopfen mit ausländischem Ursprung auf beide Viroide untersucht und dabei keine Infektionen festgestellt. Es besteht also durchaus die reelle Chance, die drohende Gefahr zu beherrschen. Beide gefährlichen Viroide sollten deshalb auch künftig gut kontrollierbar sein, sofern weiterhin durch intensive Testung entsprechende Vorsorge getroffen wird und erste Befallsherde konsequent getilgt werden.

Referenzen

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

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

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

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

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

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

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

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

Dank

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

Präzisionszüchtung für Hopfen

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

Ziel

Das Ziel des Projektes ist es, der deutschen Hopfenzüchtung mit der Präzisionszüchtung ein innovatives und bei Ackerkulturen bewährtes Werkzeug bereitzustellen, so dass hochwertige und robuste Sorten, mit denen die Hopfen- und Brauwirtschaft auf neue Klima-, Anbau- und Verbraucheranforderungen reagieren kann, schneller und effizienter gezüchtet werden können. Dazu ist es in der ersten Projektphase (2015 – 2016) notwendig, eine genetische Karte für Hopfen zu entwickeln, die in der zweiten Projektphase (2017 – 2019) durch phänotypische Daten und mittels Assoziationskartierung zur anwendungsorientierten Präzisionszüchtung ausgebaut wird.

Die Präzisionszüchtung wird helfen, das Zuchtpotenzial zukünftiger Züchtungspopulationen schnell zu beurteilen und erstmals auch das Zuchtpotenzial für männliche Pflanzen vorhersagen zu können.

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

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

Ziel

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

Methode und Ergebnisse

Folgende geruchsaktive Substanzen wurden untersucht: Dimethyldisulfid, S-Methylthioisovalerat, 4-Mercapto-4-methyl-2-pentanon (4-MMP), S-Methyl-thiohexanoat. Diese Substanzen sind kommerziell erhältlich und stellen die Hauptschwefelverbindungen des Hopfens dar. Die Analyse und quantitative Auswertung erfolgte mit dem neuen Headspace-Gaschromatographie-Massenspektrometersystem des Hüller Labors.

4-MMP ließ sich mit dem Massenspektrometer nicht nachweisen, da die Empfindlichkeit zu gering war. Die anderen Substanzen wurden ausgewertet und es hat sich gezeigt, dass die Schwefelverbindungen bei späteren Erntezeitpunkten stark zunehmen. Spät geerntete Hopfen haben oft zwieblige und knoblauchartige Aromen, dies wurde mit dieser Arbeit auch analytisch bestätigt.

1.2 Forschungsschwerpunkte

1.2.1 Forschungsschwerpunkte Züchtung

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

| | |
|---------------------|---|
| Leitung: | A. Lutz, Dr. E. Seigner |
| Bearbeitung: | A. Lutz, J. Kneidl, S. Seefelder, E. Seigner, Team IPZ 5c |
| Kooperation: | Dr. K. Kammhuber, Team IPZ 5d Beratungsgremium der GfH Forschungsbrauerei Weihenstephan, Technische Universität München-Weihenstephan, Lehrstuhl für Getränke- und Brautechnologie Prof. Becker, Dr. F. Schüll (bis April 2015) und Dr. Tippmann Bitburger-Braugruppe Versuchsbrauerei, Dr. S. Hanke nationale und internationale Braupartner Partner aus dem Bereich Hopfenhandel und -verarbeitung Verband Deutscher Hopfenpflanzer Hopfenpflanzer |

Ziel

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

Material und Methoden

Dieser Zielsetzung folgend wurden 2015 zweiundsiebzig Kreuzungen durchgeführt. Der Selektionsablauf, der in Abb. 4.3 schematisch dargestellt ist, hat grundsätzlich für alle Züchtungsprogramme Gültigkeit.

Ergebnisse

Interessante Zuchtstämme im klassischen Aromabereich und im Hochalphasektor sind in der Pipeline. Mit dem Projekt zur Verbesserung der Landsorte Tettlinger über Kreuzungszüchtung wird intensiv im Bereich „Klassisches Aroma“ gezüchtet. Die Arbeiten zur Entwicklung robuster Hoch-Ertrags-Hochalphasorten werden 2016 im Rahmen eines Projektes intensiviert.

Aufgrund der Notwendigkeit schnell der weltweit sich entwickelnden und boomenden Craft-Bierszene Spezialaromasorten anbieten zu können, wurden in der Rekordzeit von nur 4 – 6 Jahren mit Mandarina Bavaria, Huell Melon und Hallertau Blanc die ersten Spezialaromasorten mit Hüller Prägung selektiert und 2012 auf dem Markt eingeführt. Aus den Kreuzungen von Anton Lutz stehen nun 2016 zwei weitere verheißungsvolle Spezialaromasorten vor der Markteinführung.

Die Hüller Special-Flavor-Sorten

Doch trotz der schnellen Entwicklung dieser Spezialaroma-Sorten lassen sich deutliche züchterische Fortschritte im Bereich Resistenz erkennen. Insbesondere bei der Widerstandsfähigkeit gegenüber Echtem Mehltau zeigen sich sehr augenfällig die Erfolge einer jahrelangen sehr umfassenden und intensiven Resistenzzüchtung. In allen Hüller Special Flavor-Sorten wurde gute bis sehr gute bzw. vollständige Resistenz gegenüber allen aktuell bekannten Mehltaurassen umgesetzt. Gute bis sehr gute Toleranz der neuen Sorten gegenüber Peronospora ergänzt das Bild. Erwähnenswert ist zudem, dass in der Saison 2015 bei der Feldselektion auf mit *Verticillium* befallenen Flächen gesteigerte Toleranz gegenüber dem Welkepilz festgestellt werden konnte. So ist generell gegenüber Pilzen ein klarer Züchtungserfolg erkennbar. Damit sind die Hüller Special Flavor-Sorten deutlich besser an die Krankheitserreger in deutschen Anbaugebieten angepasst als dies ausländische Sorten sind.

|  | Ertrag kg/ha | Qualität | | | Widerstandsfähigkeit gegenüber | | | | |
|---|-----------------|--|-----------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------|
| | | hopfiges Aroma plus | Ölgehalt (ml/100g) | α -Säuren (%) | Vert. Welke (mild) | Perono- spora | Echtem Mehltau | Roter Spinne | Blatt- laus |
| Mandarina Bavaria | 2.100 | Mandarine, Grapefruit | 1,5 - 2,1 | 7 - 10 | + | + | ++ | +/- | +/- |
| Huell Melon | 1.900 | Honig- melone, Aprikose, Erdbeere | 1,4 - 2,1 | 7 - 8 | + | ++ | ++ | +/- | +/- |
| Hallertau Blanc | 2.300 | Mango, Stachel- beere, Weißwein | 1,5 - 1,8 | 9 - 11 | + | ++ | +++ | +/- | +/- |
| 2010/08/33 | 2.000 | Aprikose, Maracuja | 1,4 - 1,8 | 2 - 5 | ++ | ++ | ++ | +/- | +/- |
| 2010/72/20 | 2.300 | Johannis- Brombeere | 2,1 - 2,4 | 10 - 13 | +++ | ++ | +++ | + | +/- |

Abb. 1.1: Überblick zu den Hüller Special-Flavor-Sorten

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

Leitung: Dr. E. Seigner, A. Lutz

Bearbeitung: B. Forster

Ziel

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

Methode

Aufbauend auf den Arbeiten mit *Peronospora*-Prüfsystemen in den USA, UK, CZ und besonders denen von Frau Dr. Kremheller in Hüll aus den 1970er und 80er Jahren wurde damit begonnen, ein Testsystem mit abgeschnittenen Hopfen-Blättern zu erarbeiten. Blätter von Hopfensorten, die sich in ihrer *Peronospora*-Toleranz deutlich unterscheiden, wurden mit einer Sporangien-Suspension beimpft und deren Reaktion 5-14 Tage nach Inokulation visuell beurteilt. Die verschiedenen Versuchs-Parameter wurden überprüft und optimiert.

Ergebnisse und Ausblick

Erste Erkenntnisse zu den Arbeiten mit einem Blatt-Testsystem (detached leaf assay) 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 (Jones et al., 2001) konnten je nach *Peronospora*-Anfälligkeit auf den Blättern der zu untersuchenden Hopfen zuverlässig Chlorosen, Nekrosen und z. T. Sporulation ausgelöst werden. 2016 sollen einzelne Parameter des Blatt-Testsystems nochmals angepasst werden. Ein Fokus wird dabei auf die Optimierung des Temperaturregimes (Rotem et al., 1978; Savory et al., 2011) gelegt. Letztlich soll geklärt werden, ob es möglich ist, die Feld-Toleranz eines Hopfens gegenüber *Peronospora*-Sekundärinfektionen anhand seiner Blatt-Toleranz bzw. -Sensitivität abzuschätzen.



Abb. 1.2: Mit *Peronospora* inokulierte Blätter mit deutlichen Chlorosen und Nekrosen 13 Tage nach der Inokulation

Referenzen

- Beranek, F. and Rigr, A. (1997): Hop breeding for resistance to downy mildew (*Pseudoperonospora humuli*) by artificial infections. Proceeding of the Scientific Commission, I.H.G.C., Zatec, Czech Republic: 55-60.
- Coley-Smith, J. R. (1965): Testing hop varieties for resistance to downy mildew. *Plant Pathology*, 14: 161–164.
- Darby, P. (2005): The assessment of resistance to diseases in the UK breeding programme. Proceedings of the Scientific Commission, I.H.G.C., Canterbury, UK, 7-11.
- Hellwig, K., Kremheller H.T., Agerer R. (1991): Untersuchungen zur Resistenz von *Pseudoperonospora humuli* (Miy. & Tak.) Wilson gegenüber Metalaxyl. *Gesunde Pfl.* 43: 400- 404.
- Jawad-Fleischer, M. (2014): Optimierung eines Blatttestsystems (detached leaf assay) zur Testung der Toleranz gegenüber Falschem Mehltau (*Pseudoperonospora humuli*) bei Hopfen. Bachelorarbeit, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft.
- Jones, E.S., Breese, W.A. and Shaw, D.S. (2001): Inoculation of pearl millet with the downy mildew pathogen, *Sclerospora graminicola*: chilling inoculum to delay zoospore release and avoid spray damage to zoospores. *Plant Pathology* 50: 310-316.
- Kremheller, Th. (1979): Untersuchungen zur Epidemiologie und Prognose des falschen Mehltaus an Hopfen (*Pseudoperonospora humuli* (Miy. et Tak.) Wilson). Dissertation, Tech. Univ. München: 1-110.

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

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

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

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

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

1.2.2 Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik

Einfluss verschiedener Trocknungsparameter auf die äußere und innere Qualität des Hopfens unter Praxisbedingungen

Bearbeitung: J. Münsterer, Dr. K. Kammhuber

Kooperation: Dr. Barbara Sturm, Nacherntetechnologien und Verarbeitung, Fachgebiet Agrartechnik, Universität Kassel

Ziel

Mit den bisherigen in der Praxis eingesetzten Messmethoden kann während der Hopfentrocknung der jeweils aktuelle Wassergehalt nur abgeschätzt werden. Ebenso können während der Trocknung entstandene Qualitätsminderungen, verursacht durch falsche Einstellung der Trocknungsparameter, erst nach der Trocknung durch Bonitur bzw. durch Analysen im Labor festgestellt werden. In den nächsten Jahren wird, gemeinsam mit der Nacherntetechnologie und Verarbeitung der Universität Kassel, durch Trocknungsversuche erforscht, inwieweit Bilderkennungssysteme zur weiteren Optimierung des Trocknungsprozesses geeignet sind.

Methode

Die unterschiedlichen Inhaltsstoffe des Hopfens absorbieren Licht in einem ganz spezifischen Wellenlängenbereich. Mit einer Farbbildkamera kann das für den Menschen sichtbare Spektrum von 400 – 700 nm und mit einer Hyperspektralkamera auch das Nahinfrarotspektrum von 400 – 1010 nm aufgenommen werden.

In einer Versuchsdarre wurden diese beiden Kamerasysteme eingebaut. Während der Trocknung mit unterschiedlichen Schütthöhen, Trocknungstemperaturen und Luftgeschwindigkeiten konnte das sich ergebende Wellenlängenspektrum mit einer speziellen Software erfasst werden. Von Beginn bis zum Ende der Trocknung wurden in regelmäßigen Abständen Hopfenproben entnommen.

Bei jedem Entnahmezeitpunkt wurde sofort der Wassergehalt des Hopfens nach der Trockenschrankmethode ermittelt. Die zu analysierenden Hopfenproben wurden vakuumverpackt und eingefroren. Vor der Analyse werden die Proben durch Gefriertrocknung auf einen einheitlichen Wassergehalt eingestellt.

Ergebnis

Durch Analyse der Hopfenproben soll aufgezeigt werden, ob und wie sich bestimmte Inhaltsstoffe unter bestimmten Trocknungsbedingungen während der Trocknung verändern. Gleichzeitig wird dazu die spektrale Veränderung des Hopfens untersucht. Erste Ergebnisse haben bereits gezeigt, dass bereits mit einer kleinen Anzahl von Wellenlängen der Wassergehalt abgeschätzt werden kann. Mit der Farbbildkamera konnten Farbveränderungen während der Trocknung des Hopfens bei den unterschiedlichen Trocknungsvarianten aufgezeichnet werden.

Sortenreaktion auf Reduzierung der Gerüsthöhe (6 m)

Bearbeitung: S. Fuß
Laufzeit: 2013 – 2016

Aufgrund verheerender Sturmereignisse, die in der Hallertau zum Einsturz von Hopfengerüstanlagen vor der Ernte geführt haben, soll untersucht werden, ob die Höhe der Gerüstanlagen bei gleichbleibenden Erträgen auf 6 m reduziert werden kann. Nach ersten Berechnungen würden sich dadurch die statischen Belastungen der Hallertauer Gerüstanlage um ca. 15 - 20 % verringern und sich die Standfestigkeit bei extremen Windgeschwindigkeiten stark verbessern.

Zudem könnten die Gerüstkosten durch die Verwendung von kürzeren und schwächeren Mittelmasten verringert werden, ohne dabei die Statik negativ zu beeinflussen. Des Weiteren könnten sich Vorteile beim Pflanzenschutz durch die Nähe zur Zielfläche im Gipfelbereich ergeben, da diese besser mit Pflanzenschutzmitteln benetzt werden könnte.

In zwei bereits abgeschlossenen Projekten wurde in mehreren Praxisgärten (Ertragsanlagen verschiedener Hopfensorten) das 7 m hohe Hopfengerüst im Bereich der Versuchspartellen auf 6 m reduziert. Ziel war es, die Reaktion verschiedener Sorten hinsichtlich Pflanzenentwicklung, Krankheits- und Schädlingsbefall, Ertrag und Qualität bei niedrigerer Gerüsthöhe zu untersuchen. Bei den Aromasorten wurden die Versuche mit den Sorten Perle und Hallertauer Tradition, bei den Bittersorten mit Hallertauer Magnum, Hallertauer Taurus und Herkules durchgeführt. Eine allgemeine Empfehlung für die Praxis zur Reduzierung der Gerüsthöhe lässt sich aus den Versuchen aus statistischen Gründen noch nicht ableiten.

Bei 7 m Gerüsthöhe war allerdings ein Trend zu höheren Erträgen bei allen Sorten festzustellen. Insbesondere auf Hopfenstandorten mit guten und tiefgründigen Bodenverhältnissen waren die Unterschiede im Ertrag deutlich ausgeprägt.

Zusätzlich wurde 2012 im neuen Zuchtgarten am Standort Stadelhof eine Versuchsfläche mit den Gerüsthöhen von 7 bzw. 6 m angelegt. Diese Versuchsfläche wurde mit den Hopfensorten Perle, Herkules und Polaris in mehrfacher Wiederholung bepflanzt. Durch diese Versuchsanordnung können die Reaktionen der Hopfensorten auf die unterschiedlichen Gerüsthöhen gut beobachtet und verglichen werden. Im Jahr 2013 konnte der Versuchsstandort wegen einem Hagelschaden nicht beerntet werden. Versuchsernten in 2014 und im Trockenjahr 2015 lieferten erste interessante Ergebnisse. Vor einer Veröffentlichung der Versuchsergebnisse muss allerdings mindestens ein weiteres Versuchsjahr ausgewertet werden.

Variation des Einsaat- und Einarbeitungszeitpunkts der Zwischenfrucht in Hopfen

Bearbeitung: J. Portner
Laufzeit: 2012 – 2015

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

Zur Optimierung des Anbausystems wurden auf einem Erosionsstandort 7 verschiedene Varianten des Zwischenfruchtanbaus mit unterschiedlichen Einsaatzeitpunkten (keine Einsaat, Sommer- und Herbstesaat) und unterschiedlichen Einarbeitungsterminen (Umbruch im April bis Mulchen Anfang Juni ohne Umbruch) angelegt. Durch Ertragsfeststellungen, Untersuchungen biologischer und physikalischer Bodenparameter sowie qualitative Beobachtungen der Bodenerosion sollen Hinweise für eine Optimierung des Verfahrens erarbeitet werden. Ausführliche Ergebnisse dazu finden Sie im Kapitel 5 des Jahresberichts.

Einfluss unterschiedlicher Trocknungstemperaturen auf die innere Qualität bei der Sorte Mandarina Bavaria

Bearbeitung: J. Münsterer, Dr. K. Kammhuber
Laufzeit: 2014 – 2016

In Kleintrocknern wurde Hopfen der Sorte Mandarina Bavaria mit 60°C, 65°C, 70°C und 80°C getrocknet. Die unterschiedlichen Trocknungsvarianten unterschieden sich neben der Trocknungstemperatur auch in Zeit der Lagerung des Grünhopfens vor der Trocknung. Zudem wurde in einigen Varianten die Hopfen absichtlich durch zu lange Trocknungszeiten übertrocknet. Neben der Standardanalytik wurde zusätzlich der Gesamtölgehalt und einzelne Ölkomponenten der Trockenhopfen untersucht. Deutliche Qualitätsminderungen konnte bei den Hopfen festgestellt werden, welche sich bereits vor der Trocknung durch zu lange Lagerung erwärmten und welche bei 70°C und 80°C übertrocknet wurden.

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

Bearbeitung: J. Münsterer, Dr. K. Kammhuber, A. Lutz
Laufzeit: 2014 – 2016

Damit künftig auch für die neuen Special Flavor-Hopfensorten optimale Erntezeitempfehlungen gegeben werden können, werden bei den Sorten Mandarina Bavaria, Hallertauer Blanc und Polaris an 3 verschiedenen Standorten Erntezeitversuche durchgeführt. Dabei werden aus Praxisbeständen zweimal wöchentlich 20 Reben in 4-facher Wiederholung zu 5 Ernteterminen beerntet.

Es soll erforscht werden, zu welchem Zeitpunkt bei diesen Sorten das Optimum der einzelnen Merkmale wie Ertrag, Alphasäuren-Gehalt, Aroma sowie äußere und innere Qualitätskriterien erreicht ist. Im Erntejahr 2015 konnten bei der Sorte Mandarina Bavaria aufgrund eines Hagelschadens zu den jeweiligen Ernteterminen lediglich die Qualitätsparameter untersucht werden. Eine Ertragsermittlung war wegen der Ungleichmäßigkeit der Versuchspartzellen nicht sinnvoll.

Testung eines mit Braunkohle angereicherten Substrats bei der Junghopfenpflanzung

Bearbeitung: J. Portner, J. Münsterer

Laufzeit: 2015 – 2016

Im Tagebau gewonnene Braunkohle findet wegen seiner positiven Eigenschaften hinsichtlich der Wasser- und Nährstoffbindung zur Substratverbesserung im Garten- und Landschaftsbau vielfach Verwendung, insbesondere bei der Neuanpflanzung von Hecken und Bäumen. Um das Anwachsen von Hopfenfechtern insbesondere auf problematischen Böden (sandige und tonige Lehme) zu fördern, wurde im Frühjahr 2015 an 2 Standorten in einem randomisierten Versuch mit 4 Wiederholungen bei der Pflanzung von Hopfenfechtern mit Braunkohle angereichertes Substrat im Vergleich zu Substrat ohne Braunkohle und Mutterboden ins Pflanzloch gegeben. Anhand der Pflanzenentwicklung im Pflanzjahr und im ersten Ertragsjahr verspricht man sich Erkenntnisse hinsichtlich der positiven Eigenschaften von Braunkohle zur Bodenverbesserung in Hopfen.

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. Wyszkon, C. Petzina, M. Hainzmaier, Dr. K. Kammhuber

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

Laufzeit: Daueraufgabe

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

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

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

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

Da aber keine Verbesserung mehr möglich war, wurde entschieden die Entwicklung der gemeinsamen Kalibrierung im Jahr 2008 zu beenden. Im Hüller Labor werden jedoch die Arbeiten zur NIRS-Entwicklung fortgeführt. Es wird auch an einer Wassergehaltsbestimmung gearbeitet. Als Screening Methode für die Hopfenzüchtung ist NIRS geeignet und sie spart sehr viel Arbeitszeit und Kosten für Chemikalien. Auch wurde festgestellt, dass durch die kontinuierliche jährliche Erweiterung die Analysengenauigkeit verbessert 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 Gesamtflavonoidgehalt 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
Bearbeitung: E. Neuhof-Buckl, Dr. K. Kammhuber
Laufzeit: 2009 bis Ende offen

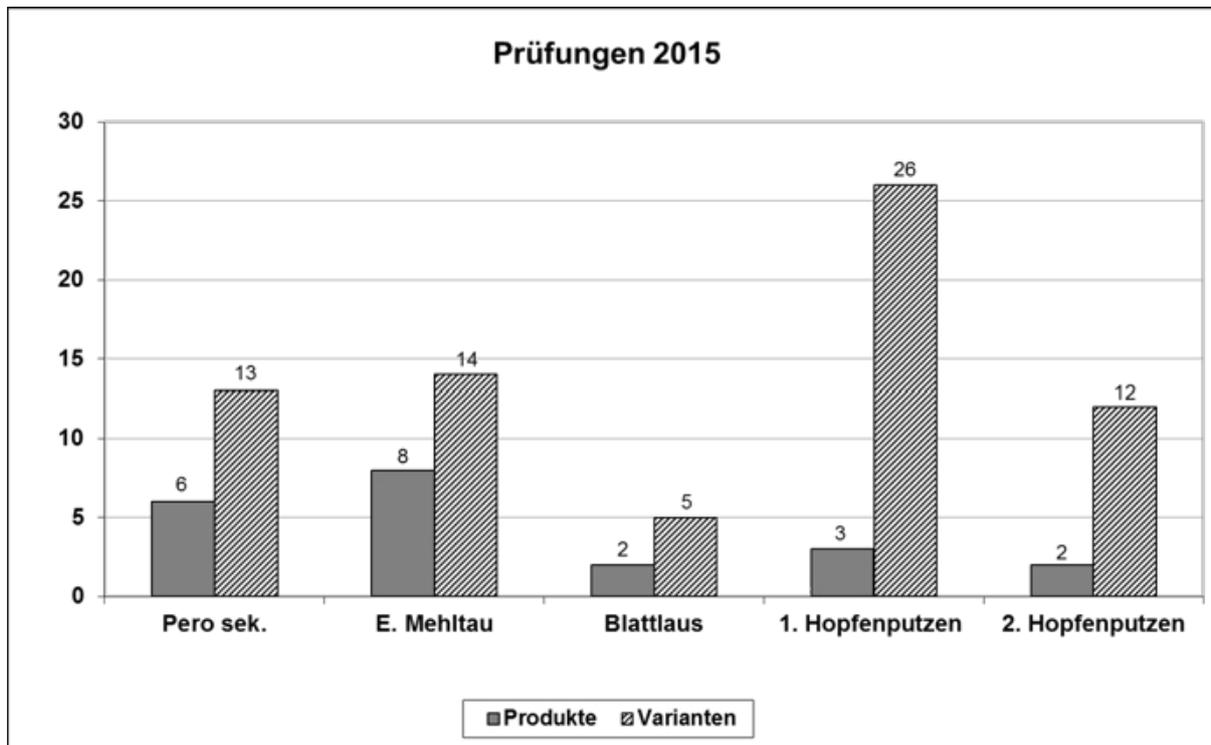
Um die Laborgeräte in Hüll besser auszunutzen werden seit dem Jahr 2009 auch Analysen für die Arbeitsgruppe Heil- und Gewürzpflanzen IPZ 3d durchgeführt. Bei folgenden Pflanzen werden die Wirkstoffe mit HPLC analysiert:

- Leonorus japonicus (Herzgespannkraut): Flavonoide, Stachydrin, Leonurin
- Saposhnikovia divaricata (Fang,Feng): Prim-O-Glucosylcimifugin, 5-O-Methylvisamminosid
- Salvia miltiorrhiza (Rotwurzelsalbei): Salvaniolsäure, Tanshinon
- Paeonia lactiflora (Milchweiße Pfingstrose): Paenoniflorin

1.2.4 Forschungsschwerpunkte Pflanzenschutz im Hopfen

Pflanzenschutzmittelversuche 2015 für die Zulassung bzw. Genehmigung und für Beratungsunterlagen

Leitung: W. Sichelstiel
Bearbeitung: L. Wörner, G. Meyr, J. Weiher, D. Eisenbraun, M. Felsl



Wirksamkeits- und Verträglichkeitsversuche zur Prüfung von Herbiziden zum ersten Hopfenputzen mit dem Schwerpunkt Vorox F

Ausgangssituation, Problemstellung und Zielsetzung

Durch das erste Hopfenputzen werden angeleitete Haupttriebe gefördert und der Befallsdruck von Falschen und Echten Mehltau und Spinnmilben gemindert. Dabei werden ab einer Wuchshöhe von 2 m die unteren Blätter und Seitentriebe der Hopfenrebe sowie neu austreibende Bodentriebe entfernt.

Durch den Wegfall des Wirkstoffs Cinidon-ethyl aus der EU-Wirkstoffliste steht den Hopfenpflanzern seit der Saison 2014 das zuvor verbreitet eingesetzte Pflanzenschutzmittel „Lotus“ nicht mehr zur Verfügung. Für die entstandene Lücke wurden alternative Herbizide gesucht, die bei ausreichender Pflanzenverträglichkeit eine dem alten Standard vergleichbare Wirkung haben.

Nach einem Tastversuch 2012 im Zuchtgarten Rohrbach wurden in den Jahren 2013 bis 2015 Versuche an mehreren Standorten mit potentiell geeigneten Wirkstoffen durchgeführt. Mit den Ergebnissen der Wirkungsversuche 2013 traf der Hersteller des Mittels „Vorox F“ die Entscheidung einen Antrag auf die Erweiterung der Zulassung auf die Anwendung Hopfenputzen zu stellen.

In den Jahren 2014 und 2015 wurden daher schwerpunktmäßig Versuche mit diesem Produkt durchgeführt um Wirksamkeit und Verträglichkeit zu optimieren. Gleichzeitig machte der Hersteller in eigenen Versuchen Erfahrungen, so dass nach erfolgter Zulassung 2015 für die Saison 2016 Anwendungsempfehlungen zum ersten und zum zweiten Hopfenputzen entwickelt wurden.

A) Versuchsjahr 2013

Im Hopfenzuchtgarten am Standort Stadelhof und auf einem Versuchsbetrieb in Siegertszell wurden in den Sorten Herkules, Perle und Polaris fünf Versuche mit folgenden Varianten angelegt. Die Applikation erfolgte als Bandbehandlung mit 1/3 der angegebenen Hektar-Aufwandmenge. Auf dem Band wurden 400 l Spritzbrühe appliziert, d.h. die rechnerische Menge Spritzbrühe pro Hektar betrug 1.200 l.

VG 1: Unbehandelt

| | | | |
|-----------------------------|-----------|------------|-----------------------|
| VG 2: Lotus (Cinidon-ethyl) | 0,25 l/ha | + 30 % AHL | + 250 ml/ha Breakthru |
| VG 3: Goal (Oxyfluorfen) | 300 ml/ha | + 30 % AHL | + 250 ml/ha Breakthru |
| VG 4: B235 (Bromoxynil) | 1,5 l/ha | + 50 % AHL | + 0,1% Wetcit |
| VG 5: Vorox F (Flumioxacin) | 1,2 kg/ha | | + 0,1% Adhäsit |
| VG 6: Vorox F (Flumioxacin) | 1,2 kg/ha | + 30 % AHL | + 0,1% Adhäsit |
| VG 7: Vorox F (Flumioxacin) | 1,2 kg/ha | + 50 % AHL | + 0,1% Adhäsit |
| VG 8: Fox (Bifenox) | 1,5 kg/ha | + 30 % AHL | + 250 ml/ha Breakthru |
| VG 9: Essigsäure | 10% | | + 250 ml/ha Breakthru |
| VG 10: Essigsäure | 10% | + 30 % AHL | + 250 ml/ha Breakthru |

Aus den Erfahrungen des Tastversuchs 2012 ergab sich, dass die Prüfmittel alleine keine ausreichende Wirkung haben. Zur Verstärkung der herbiziden Wirkung wurden Spritzbrühen mit 30% bzw. 50% AHL gemischt. Zusätzlich wurde in den Varianten 2, 3, 8, 9 und 10 der Spreiter Breakthru verwendet, der sich zur Wirkungsverbesserung beim Hopfenputzen bewährt hat.

In den Varianten 4, 5, 6 und 7 wurden auf Wunsch der Hersteller Mittel zur besseren Anlage- rung der Spritzbrühe eingesetzt. Die Anwendung erfolgte am 12.06. nach dem ersten Ackern. Die Hopfen hatten 2 m Wuchshöhe bis halbe Gerüsthöhe erreicht.

Ergebnisse

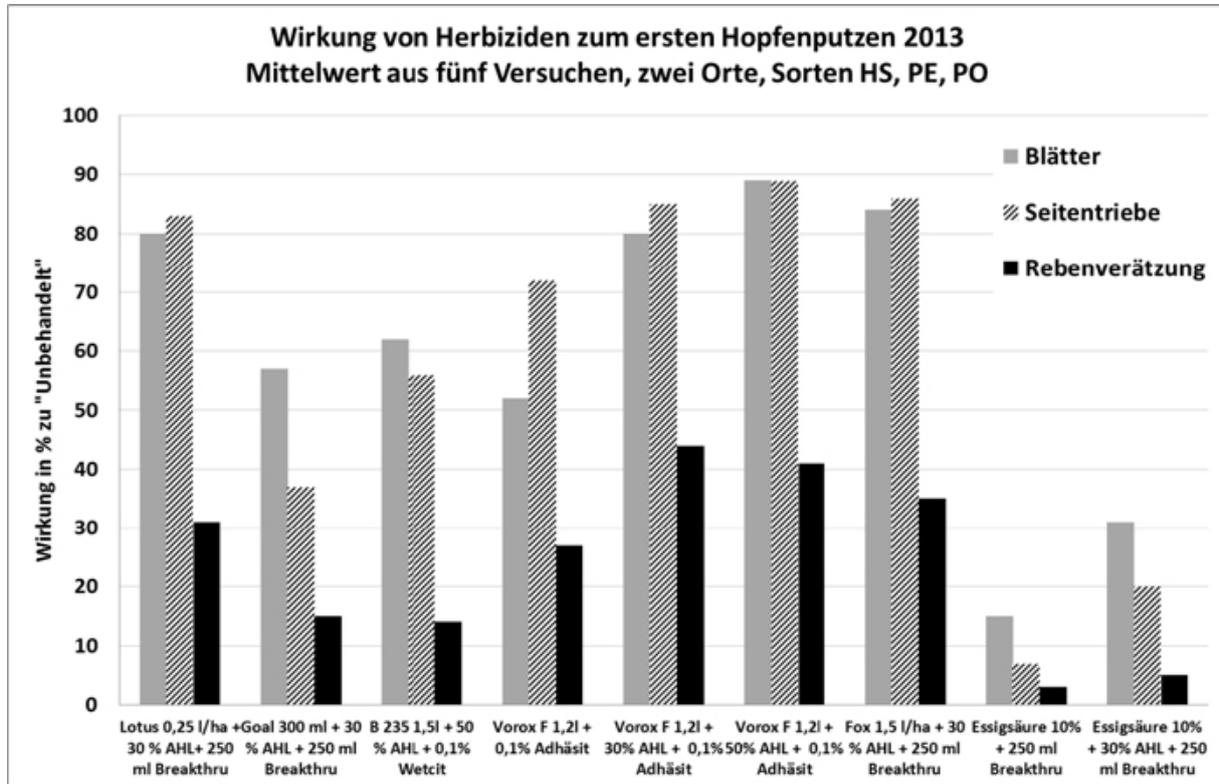


Abb. 1.3: Boniturergebnisse der Versuche zum ersten Hopfenputzen 2013

Ein Ergebnis des ersten Versuchsjahres ist, dass mit Vorox F und mit Fox vergleichbare Ef- fekt wie mit dem alten Standard Lotus erzielt werden können. Die Produkte müssen hierzu jedoch mit AHL und mit einem Hilfsstoff in ihrer Wirkung verstärkt werden. Die Rebenverät- zungen waren im Vergleich zu Lotus speziell bei Vorox F leicht erhöht, blieben aber an der Oberfläche und hinderten den Hopfen nicht an einer normalen Weiterentwicklung. In der Wirkung gegenüber Lotus fielen die Produkte Goal und B 235 ab. Letzteres war aber sehr verträglich. Die ebenfalls geprüften Essigsäurevarianten hatten eine unzureichende Wirkung.

B) Versuchsjahr 2014

Mit den Erfahrungen des Vorjahres wurden 2014 durch die LfL und durch die Herstellerfirma von Vorox F umfangreichere Versuche angelegt, um nachfolgende Fragen abzuklären. Zeit- gleich lief bereits der Antrag auf eine Zulassung des Produktes.

Wie weit kann die Aufwandmenge bei ausreichender Wirkung zum Termin erstes bzw. zum zweites Hopfenputzen zurückgenommen werden?

Wie hoch ist die optimale AHL-Zugabe und welche Hilfsstoffe sind zu welchem Termin zu bevorzugen?

Wie sind Wirkung und Verträglichkeit bei sehr frühem Einsatz vor dem ersten Ackern?

Zur Klärung der Fragen wurden Versuche zum ersten Hopfenputzen vor dem ersten Ackern und nach dem ersten Ackern, sowie zum zweiten Hopfenputzen nach dem zweiten Ackern angelegt.

Versuche zum ersten Hopfenputzen vor dem ersten Ackern

Auf dem Versuchsbetrieb in Siegertszell wurden in den Sorten Herkules und Perle zwei Versuche mit nachfolgenden Varianten angelegt. Die Applikation erfolgte als Bandbehandlung mit 1/3 der angegebenen Hektar-Aufwandmenge. Auf dem Band wurden 400 l Spritzbrühe appliziert, d.h. die rechnerische Menge Spritzbrühe betrug 1.200 l/ha. Der Bestand war zum Behandlungstermin (16.05.2014) ungleichmäßig entwickelt und hatte erst 1,5 m bis 2,5 m Wuchshöhe.

VG 1: Unbehandelt

| | | | |
|-----------------------------|----------|------------|---------------------|
| VG 2: Vorox F (Flumioxacin) | 180 g/ha | + 30 % AHL | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 3: Vorox F (Flumioxacin) | 180 g/ha | + 50 % AHL | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 4: Vorox F (Flumioxacin) | 270 g/ha | + 30 % AHL | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 5: Vorox F (Flumioxacin) | 270 g/ha | + 50 % AHL | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 6: Vorox F (Flumioxacin) | 360 g/ha | + 30 % AHL | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 7: Vorox F (Flumioxacin) | 360 g/ha | + 50 % AHL | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 8: Vorox F (Flumioxacin) | 630 g/ha | + 50 % AHL | + 0,05% Silwet Gold |

Ergebnisse

- Bereits die niedrigste Aufwandmenge in Kombination mit der geringeren AHL-Konzentration wirkte sehr gut. Der benetzte Rebabschnitt wurde vollständig entlaubt.
- Boden- und Seitentriebe reagierten sehr empfindlich schon auf niedrigste Aufwandmengen.
- Mit steigender Aufwandmenge und steigender AHL-Konzentration stiegen die Verätzungen an den Hopfenreben an. In schweren Fällen wurde die Rebe an einem weiteren Dickenwachstum gehindert und Wuchshemmungen bis hin zum Absterben waren zu beobachten.

Versuche zum ersten Hopfenputzen nach dem ersten Ackern

Im Hopfenzuchtgarten am Standort Stadelhof und auf dem Versuchsbetrieb in Siegertszell wurden in den Sorten Herkules, Perle und Polaris fünf Versuche mit nachfolgenden Varianten angelegt. Die Applikation erfolgte als Bandbehandlung mit 1/3 der angegebenen Hektar-Aufwandmenge. Auf dem Band wurden 400 l Spritzbrühe appliziert, d.h. die rechnerische Menge Spritzbrühe betrug 1.200 l/ha. Der Bestand war zum Behandlungstermin (20.05.2014) ungleichmäßig entwickelt und hatte 2 m bis 2,5 m Wuchshöhe.

VG 1: Unbehandelt

| | | | |
|-----------------------------|-----------|------------|---------------------|
| VG 2: Vorox F (Flumioxacin) | 90 g/ha | + 30 % AHL | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 3: Vorox F (Flumioxacin) | 90 g/ha | + 50 % AHL | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 4: Vorox F (Flumioxacin) | 180 g/ha | + 30 % AHL | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 5: Vorox F (Flumioxacin) | 180 g/ha | + 50 % AHL | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 6: Vorox F (Flumioxacin) | 270 g/ha | + 30 % AHL | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 7: Vorox F (Flumioxacin) | 270 g/ha | + 50 % AHL | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 8: Vorox F (Flumioxacin) | 630 g/ha | + 50 % AHL | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 9: Fox (Bifenox) | 1,5 kg/ha | + 30 % AHL | + 0,05% Breakthru |
| VG 10: B235 (Bromoxynil) | 1,5 l/ha | + 50 % AHL | + 0,10% Wetcit |
| VG 11: Nonansäure | 6% | + 30 % AHL | |

Ergebnisse

- Die Wirkung auf Blätter und Seitentriebe war bei allen Vorox F-Varianten und bei VG 9 vollständig.
- Die Versuchsglieder 10 und 11 brachten in beiden geprüften Sorten eine gute Blattwirkung und leicht abfallende aber noch ausreichende Wirkungsgrade auf die Seitentriebe.
- Der Grad der Rebenverätzung war in den Versuchsgliedern 3 bis 9 in einer nicht hinnehmbaren Höhe. Lediglich die geringste geprüfte Aufwandmenge 90 g/ha Vorox F mit 30 % AHL und 0,05% Silwet Gold war ausreichend verträglich.
- Die Varianten 10 und 11 zeichneten sich durch sehr geringe Rebenverätzungen aus und konnten zugleich noch ausreichend gute Wirkungsgrade aufweisen.

Diskussion der Versuche zum ersten Hopfenputzen

Bereits in der geringsten geprüften Aufwandmenge ist Flumioxacin in Kombination mit 30 % AHL und dem Zusatzstoff Silwet Gold hoch wirksam. AHL ist zur Steuerung der Wirkung notwendig, die Konzentration in der Spritzbrühe soll aber 30 % nicht übersteigen. In allen Varianten mit Vorox F traten sowohl bei Behandlungen vor dem Ackern als auch nach dem Ackern Rebenverätzungen auf. Diese Schäden waren umso stärker je schwächer die Rebe beim Behandlungszeitpunkt war. Nur die Aufwandmenge von 90 g/ha Vorox F war pflanzenverträglicher. Weiterhin offen bleibt die Frage, ob eine weitere Reduktion der Aufwandmenge und ein andere Zusatzstoff die Verträglichkeit verbessert ohne die Wirksamkeit zu stark zu mindern. Diesen Fragen werden in den Versuchen 2015 nachgegangen.

Ein zu früher Einsatz von Vorox F bedingt ein hohes Risiko der Rebschädigung. Vor dem ersten Ackern und in Beständen, die noch nicht die halbe Gerüsthöhe erreicht haben sollte das Mittel daher nicht eingesetzt werden. Gleiches gilt für ungleichmäßige, geschwächte Bestände.

Versuche zum zweiten Hopfenputzen nach dem zweiten Ackern

Auf dem Versuchsbetrieb in Siegertszell wurden am 04.07.2014 in den Sorten Herkules und Perle zwei Versuche mit nachfolgenden folgenden Varianten angelegt. Der Bestand hatte Gerüsthöhe erreicht. Die Applikation erfolgte als Bandbehandlung mit 1/3 der angegebenen Hektar-Aufwandmenge. Auf dem Band wurden 400 l Spritzbrühe appliziert, d.h. die rechnerische Menge Spritzbrühe betrug 1.200 l/ha.

| | | | |
|------------------------------|----------|------------|---------------------|
| VG 1: Unbehandelt | | | |
| VG 2: Reglone (Deiquat) | 5 l/ha | | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 3: Vorox F (Flumioxacin) | 180 g/ha | | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 4: Vorox F (Flumioxacin) | 180 g/ha | + 10 % AHL | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 5: Vorox F (Flumioxacin) | 180 g/ha | + 20 % AHL | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 6: Vorox F (Flumioxacin) | 180 g/ha | + 10 % AHL | + 0,10% Adhäsit |
| VG 7: Vorox F (Flumioxacin) | 270 g/ha | | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 8: Vorox F (Flumioxacin) | 270 g/ha | + 10 % AHL | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 9: Vorox F (Flumioxacin) | 270 g/ha | + 20 % AHL | + 0,05% Silwet Gold |
| VG 10: Vorox F (Flumioxacin) | 270 g/ha | + 10 % AHL | + 0,10% Adhäsit |

Ergebnisse

- Die Wirkung der Vorox F-Varianten in Kombination mit AHL konnten mit dem Vergleichsmittel Reglone gut mithalten und erzielten vergleichbare Resultate in der Blattwirkung und bei den Seitentrieben.
- Die Wirkungsverstärkung trat mit zunehmender AHL-Beimischung ein und war weniger von der Aufwandmenge und von dem Zusatzstoff abhängig.
- Rebenverätzungen waren nicht stärker verglichen mit Reglone. Bei Herkules war mit steigender Aufwandmenge eine im Trend leicht verstärkte oberflächliche Verbräunung zu beobachten, die sich aber nicht auf die weitere Pflanzenentwicklung auswirkte.
- Die Dämme in den mit Vorox F behandelten Parzellen blieben auch nach der Ernte bis zum Vegetationsende weitgehend unkrautfrei.

C) Versuchsjahr 2015

Mit den Versuchen im Jahr 2015 sollte auf der Grundlage der Hersteller- und LfL-Versuche der Vorjahre eine Anwendungsempfehlung für Vorox F zum ersten und zum zweiten Hopfenputzen erarbeitet und evaluiert werden. Das Produkt war zur Saison 2015 bereits zugelassen, wurde aber wegen der Erfahrungen des Vorjahres nur für die Anwendung zum zweiten Putzen empfohlen.

Versuche zum ersten Hopfenputzen nach dem ersten Ackern

Auf dem Versuchsbetrieb in Siegertszell wurden in den Sorten Herkules und Perle zwei Versuche mit folgenden Varianten angelegt. Die Applikation erfolgte als Bandbehandlung mit 1/3 der angegebenen Hektar-Aufwandmenge. Auf dem Band wurden 400 l Spritzbrühe appliziert, d.h. die rechnerische Menge Spritzbrühe betrug 1.200 l/ha. Der Bestand hatte zum Behandlungstermin (28.05.2015) 2,5 m bis 3,5 m Wuchshöhe erreicht.

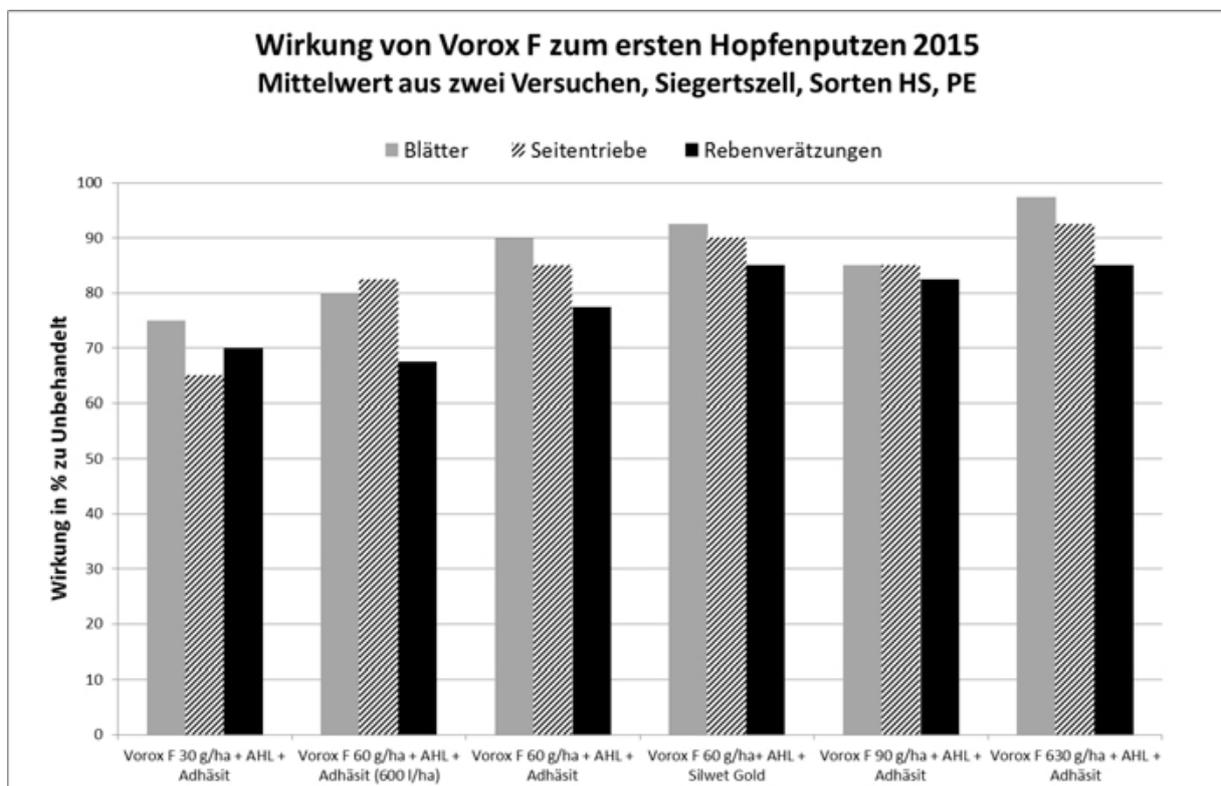


Abb. 1.4: Boniturergebnisse der Versuche zum ersten Hopfenputzen 2013

| | | |
|----|--------------------------|--|
| VG | 1: Unbehandelt | |
| VG | 2: Vorox F (Flumioxacin) | 30 g/ha + 30 % AHL + 0,10% Adhäsit |
| VG | 3: Vorox F (Flumioxacin) | 60 g/ha + 30 % AHL + 0,10% Adhäsit (600 l Brühe) |
| VG | 4: Vorox F (Flumioxacin) | 60 g/ha + 30 % AHL + 0,10% Adhäsit |
| VG | 5: Vorox F (Flumioxacin) | 60 g/ha + 30 % AHL + 0,03% Silwet Gold |
| VG | 6: Vorox F (Flumioxacin) | 90 g/ha + 30 % AHL + 0,10% Adhäsit |
| VG | 7: Vorox F (Flumioxacin) | 630 g/ha + 30 % AHL + 0,10% Adhäsit |

Ergebnisse

- Bereits 60 g/ha Vorox F, d.h. 20 g/ha Vorox F auf dem behandelte Damm, bringen zum Termin erstes Hopfenputzen eine ausreichend gute Wirkung auf Hopfenblätter, auf Bodentriebe und auf Seitentriebe. Um die gewünschte Wirkung zu erzielen muss die Spritzbrühe zu 30% aus AHL bestehen.
- Die Verwendung von 0,1% Adhäsit ist im Trend besser verträglich wie der Zusatz von 0,3% Silwet Gold.
- Der Grad der Rebenverätzung steigt mit zunehmender Aufwandmenge.

D) Empfehlungen zur Anwendung von Vorox F (Wirkstoff Flumioxacin) zum ersten und zum zweiten Hopfenputzen

Neben der LfL hat die Herstellerfirma in den Jahren 2013 bis 2015 umfangreiche Wirkungsversuche und Verträglichkeitsversuche zum Hopfenputzen 1. Termin und 2. Termin durchgeführt. Als Ergebnis der Erfahrungen aus allen Versuchen werden von Hersteller nachfolgende Anwendungsempfehlungen gegeben.

Empfehlungen zur Anwendung von Vorox F zum ersten Hopfenputzen

Die Voraussetzungen für die Anwendung sind:

- Anwendung nur nach dem ersten Ackern
- Der Bestand muss eine Wuchshöhe ab mindestens 3 m haben
- Der Hopfen ist mindestens im 3. Standjahr
- Der Bestand ist vital, gleichmäßig und hat keine Welkeprobleme
- Es werden keine handgeführten Geräte verwendet

Empfohlene Aufwandmenge für die Reihenbehandlung auf 1/3 Hektar ab 3 m bis Gerüsthöhe:
 20 g/ha Vorox F in 400 – 500 l Spritzbrühe davon 30% AHL (120 -150 l) + 0,1% Adhäsit

Empfohlene Aufwandmenge für die Reihenbehandlung auf 1/3 Hektar ab Gerüsthöhe:
 30 g/ha Vorox F in 400 – 500 l Spritzbrühe davon 30% AHL (120 -150 l) + 0,1% Adhäsit

Empfehlungen zur Anwendung von Vorox F zum zweiten Hopfenputzen

Die Voraussetzungen für die Anwendung sind:

- Anwendung nur nach dem letzten Ackern
- Bestandsentwicklung ist zwischen BBCH 51 und BBCH 55.
- Der Hopfen ist mindestens im zweiten Standjahr.
- Der Bestand ist vital, gleichmäßig und hat keine Probleme mit der Hopfenwelke.
- Es ging ein erstes Hopfenputzen voraus, um eine Abschirmung des Dammes zu vermeiden.
- Das Unkraut auf dem Damm ist noch nicht aufgelaufen, bzw. es befindet sich im Keimblattstadium.
- Für eine sichere Wirkung gegen auflaufende Unkräuter ist ein abgesetzter Damm und eine feinkrümelige Bodenstruktur vorteilhaft.

Empfohlene Aufwandmenge für die Reihenbehandlung auf 1/3 Hektar:

120 - 150 g/ha Vorox F in 400 – 500 l Spritzbrühe davon 30% AHL (120 -150 l)

+ 0,05% Silwet Gold

2 Witterung und Wachstumsverlauf 2015 - Auswirkungen auf produktionstechnische Maßnahmen in der Hallertau

LD Wolfgang Sichelstiel, Dipl.-Ing. agr.

Das Anbaujahr 2015 wird als das zweite Trockenjahr innerhalb von drei Jahren in Erinnerung bleiben. Dabei waren die Wachstumsbedingungen bis zur Jahresmitte noch günstig für den Hopfen. Die Frühjahrsarbeiten konnten zu normalen Terminen erledigt werden. Im Mai und Juni förderten moderate Temperaturen bei ausreichend Niederschlag die vegetative Entwicklung. Mit dem Monat Juli begann eine hochsommerliche Wetterperiode, die sich mit nur kurzen Unterbrechungen über den ganzen August hinzog. Neben den fehlenden Regenmengen setzten vor allen über 30 Tage mit Höchsttemperaturen über 30°C, sogenannten Tropentage, den Hopfenbeständen sehr stark zu. Reduktion von Blüten und Dolden, sowie Entwicklungsverzögerung verschärften sich über die Blüh- und Ausdoldungsperiode. Die verzögerte Ernte bestätigte die gedämpften Erwartungen an Ertrag und Alphasäuregehalt.

Besondere Witterungsauffälligkeiten und deren Auswirkungen

- Warmer Winter ohne Bodenfrost

Der Winter 2014/2015 war erneut sehr mild und mäßig nass. Im Dezember war die Durchschnittstemperatur in Hüll um 3,0°C über der des langjährigen Monatsmittels. Noch höher waren die Abweichungen im Januar mit +3,3°C. Nur der Februar war im langjährigen Vergleich um 1,3°C kühler. Zugleich fielen in den drei Wintermonaten mit 149,6 mm Niederschlag 90% der im Schnitt üblichen Menge. Eine Phase mit trockenem Bodenfrost blieb aus, so dass keine Frostgare zustande kam. Andererseits trockneten die Böden früh ab, so dass sie schon ab Mitte März befahrbar waren und das Aufdecken und Schneiden bodenschonend durchgeführt werden konnte.

- März und April blieben warm und trocken

Der trocken-warme Wittertrend hielt im März und im April. Beide Monate waren mit Monatsdurchschnittstemperaturen von 5,1°C bzw. 8,4°C um 2,0°C bzw. 1,1°C über dem langjährigen Mittelwert und brachten mit 31,3 l/m² bzw. 39,5 l/m² nur 59,6% bzw. 61,6% der in Hüll langjährig mittleren Niederschlagsmenge. Gegenüber dem noch früheren Vorjahr war der Hopfen aber etwa 10 Tage später in seiner Entwicklung. Die Frühjahrsarbeiten konnten unter guten Bedingungen durchgeführt werden. Mit dem Auskreiseln wurde Mitte April begonnen und ab Ende April wurde der Hopfen angeleitet. Erdflöhe und Drahtwurm mussten auf Teilflächen bekämpft werden, während Peronospora Primärbefall nur vereinzelt auftrat.

- Niederschläge im Mai sorgen für eine verbesserte Wasserversorgung

Der Monat Mai mit lag 13,4°C und 113,7 l/m² an der Wetterstation Hüll im Schnitt der letzten 10 Jahre. Zum langjährigen Vergleich war er aber um 1,3°C zu warm und brachte 26% mehr Niederschlag. Das Anleiten zog sich bis zum 12. Mai hin. Bodenbearbeitungsmaßnahmen wurden teilweise unter zu nassen Verhältnissen durchgeführt. Das erste Ackern begann Mitte Mai und wurde bis zu Monatsende abgeschlossen, so dass mit dem Entlauben begonnen werden konnte. Die Althopfenbestände entwickelten sich durchschnittlich und erreichten Wuchslängen von 3 m bis 4,5 m bis zum Ende des Monats. Am 29. Mai zog ein Hagelschlag vom Raum Geisenfeld bis Pfeffenhausen über die nördliche Hallertau. Peronospora-Primärbefall trat besonders auf schweren Böden und in aus den Vorjahren verseuchten Stöcken auf. Die Zoosporangienzahlen hielten sich aber bis zum Hagelschlag unter der Behandlungsschwelle. Echter Mehltau konnte vereinzelt beobachtet werden, während Schäden durch Markeulenlarven oder Drahtwürmer nur sporadisch auftraten.

- Durchschnittliche Wachstumsbedingungen im Juni

Mit 112,9 l/m² fielen in Hüll 107 % der langjährig üblichen mittleren Juni-Regenmenge. Auch die Temperaturen lagen nach einer ersten Hitzewelle um den 10. Juni meist im mäßig warmen Bereich, so dass die Durchschnittstemperatur von 17,1°C um 1,8°C über dem langjährigen Durchschnittswert lag. Die Hopfenbestände entwickelten sich normal. Auf den meisten Standorten erreichten die Bestände bis Ende des Monats die Gerüsthöhe. Die Seitenarmbildung war besonders auf schweren tonigen Standorten und auf Flächen mit Strukturproblemen aber noch unzureichend. Frühe Sorten zeigten erste Infloreszenzknospen und begannen zum Monatsende zu blühen. Auf schweren Böden zögerte sich das zweite Ackern hinaus bis zum Monatsende. Für Peronospora Sekundärbefall herrschten über den Juni hinweg günstige Infektionsbedingungen, so dass am 01. Juni und am 30. Juni ein Behandlungsauftrag an die Pflanzler ging. Auch steigender Mehлтаudruck erforderte mehrere Bekämpfungsmaßnahmen. Der Blattlauszuflug blieb gering und der Befall war oft nicht bekämpfungswürdig. Auch der Spinnmilbenbefall variierte je nach Hopfengarten. In vielen Fällen war Ende Juni eine Bekämpfung erforderlich.

- Übergang zu trocken-heißen Wetter im Juli

Der Juli hatte allein 14 Hitzetage, also Tage mit Höchsttemperatur über 30°C. Die Durchschnittstemperatur lag mit 21,1°C um 4,2°C über dem langjährigen Mittel und 2,5°C über den Schnitt der letzten 10 Jahre. Zudem fielen mit 27,6 mm Niederschlag nur knapp 30% der üblichen Regenmenge. Andererseits kam es aber auch wieder bei einem Gewitter vom 7. auf den 8. Juli lokal zu Hagelschäden. Als Folge des mit dem Wetterumschwung einhergehenden plötzlichen Hitzestresses zeigten viele Bestände eine Reduktion von Seitentrieben und von Blütenansätzen. Auch verzögerte sich der Beginn der Ausdoldung wegen der extremen Witterung. Andererseits ging der Peronospora Sporenflug von der ersten Juliwoche an laufend zurück. Auch bei anfälligen Sorten wurden die Bekämpfungsschwellen nicht mehr erreicht und ein Warnaufruf war nicht mehr erforderlich. Die Behandlungen gegen den Echten Mehltau wurden aber fortgesetzt. Der geringe Blattlauszuflug kam zu Ende. Wegen der warmen und trockenen Bedingungen konnte sich aber in manchen Fällen Spinnmilben ein erneuter Befallsdruck aufbauen, so dass bei Bedarf eine Nachbehandlung erforderlich wurde.

- Hochsommerwetter im August

Die trocken heiße Witterung setzte sich im August fort. Mit 20,4°C übertraf er den langjährigen Schnitt um 4,4°C und erreichte mit 40,6 mm Regen nur 45% des langjährig üblichen Niederschlagsmittels. An 19 Tagen im August wurden Höchsttemperaturen über 30°C gemessen, so dass die Zahl der heißen Tage sich seit Juni auf 34 Tage addierte. Tropennächte (Tiefsttemperaturen über 20°C) und fehlende Taubildung zehrten zusätzlich an den Wasservorräten. Die Reduktion der Seitenarme und der Blüten verschärfte sich und die Entwicklung zögerte sich hinaus. Stark geschädigte Bestände hatten Probleme mit der Ausdoldung und warfen Blüten oder Dolden ab. Nicht bewässerte Bestände zeigten oft stark reduzierten Doldenbehang und Gelbverfärbungen. Zugleich sank der Peronospora Infektionsdruck weiter, so dass kein Spritzauftrag mehr notwendig war. Vereinzelt musste gegen Echten Mehltau behandelt werden. In einigen Gärten machte die Spinnmilbe größere Probleme und konnte nur schwer unter Kontrolle gehalten werden. Die Hopfenernte begann in den ersten Septembertagen und zog sich bis in die 40. Kalenderwoche hin. Die schwachen Erträge hatten sich schon abgezeichnet. Über die Hallertau wurde trotz ausgedehnter Anbaufläche nur 70% der Vorjahresernte eingeholt. Auch die Alphasäuregehalte lagen unter den Mittelwerten von 2014, so dass nur 60% des Alphasäureertrags des Vorjahres geerntet wurde. Die Aromausprägung variierte sehr stark. Lediglich die äußere Qualität zeigte bei den meisten Partien keine Mängel.

Witterungsdaten vom Standort Hüll (Monatsmittelwerte bzw. Monatssummen) 2015 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 | 2015 | 1,3 | -1,5 | 4,1 | 90,7 | 87,8 | 18,0 | 35,1 |
| | Ø 10-j. | -0,4 | -3,7 | 3,1 | 88,3 | 56,5 | 13,5 | 62,0 |
| | 50-j. | -2,4 | -5,1 | 1,0 | 85,7 | 51,7 | 13,7 | 44,5 |
| Februar | 2015 | -1,8 | -5,4 | 2,0 | 90,7 | 14,9 | 7,0 | 65,7 |
| | Ø 10-j. | -0,4 | -4,6 | 4,4 | 85,8 | 44,0 | 12,7 | 83,6 |
| | 50-j. | -1,2 | -5,1 | 2,9 | 82,8 | 48,4 | 12,8 | 68,7 |
| März | 2015 | 5,1 | 0,1 | 10,6 | 75,9 | 31,3 | 12,0 | 139,4 |
| | Ø 10-j. | 3,9 | -1,3 | 9,9 | 80,3 | 57,1 | 12,7 | 149,2 |
| | 50-j. | 2,7 | -2,3 | 8,2 | 78,8 | 43,5 | 11,3 | 134,4 |
| April | 2015 | 8,4 | 1,6 | 15,4 | 71,3 | 39,5 | 11,0 | 232,2 |
| | Ø 10-j. | 9,6 | 3,3 | 16,3 | 73,8 | 60,8 | 10,9 | 199,9 |
| | 50-j. | 7,4 | 1,8 | 13,3 | 75,9 | 55,9 | 12,4 | 165,0 |
| Mai | 2015 | 13,4 | 8,3 | 18,6 | 78,6 | 113,7 | 17,0 | 161,1 |
| | Ø 10-j. | 13,5 | 7,4 | 19,7 | 74,5 | 111,7 | 15,9 | 212,5 |
| | 50-j. | 11,9 | 5,7 | 17,8 | 75,1 | 86,1 | 14,0 | 207,4 |
| Juni | 2015 | 17,1 | 11,3 | 23,3 | 76,9 | 112,9 | 12,0 | 208,2 |
| | Ø 10-j. | 18,6 | 11,2 | 23,9 | 81,0 | 124,1 | 14,5 | 210,8 |
| | 50-j. | 15,3 | 8,9 | 21,2 | 75,6 | 106,1 | 14,2 | 220,0 |
| Juli | 2015 | 21,1 | 12,8 | 28,8 | 67,7 | 27,6 | 9,0 | 280,7 |
| | Ø 10-j. | 18,6 | 12,2 | 25,5 | 75,7 | 115,5 | 14,3 | 245,6 |
| | 50-j. | 16,9 | 10,6 | 23,1 | 76,3 | 108,4 | 13,9 | 240,3 |
| August | 2015 | 20,4 | 12,2 | 29,5 | 72,3 | 43,4 | 7,0 | 278,5 |
| | Ø 10-j. | 17,0 | 11,2 | 23,9 | 81,0 | 124,1 | 14,5 | 210,8 |
| | 50-j. | 16,0 | 10,2 | 22,5 | 79,4 | 94,9 | 13,3 | 218,4 |
| September | 2015 | 13,3 | 7,2 | 21,3 | 79,1 | 40,6 | 11,0 | 139,8 |
| | Ø 10-j. | 13,6 | 8,2 | 20,1 | 85,0 | 62,3 | 11,0 | 164,4 |
| | 50-j. | 12,8 | 7,4 | 19,4 | 81,5 | 65,9 | 11,4 | 174,5 |
| Oktober | 2015 | 8,0 | 3,6 | 12,9 | 89,5 | 55,2 | 10,0 | 86,0 |
| | Ø 10-j. | 8,9 | 4,3 | 14,7 | 88,5 | 50,0 | 9,7 | 119,5 |
| | 50-j. | 7,5 | 2,8 | 13,0 | 84,8 | 60,0 | 10,4 | 112,9 |
| November | 2015 | 6,4 | 1,6 | 11,7 | 86,1 | 75,1 | 13,0 | 89,1 |
| | Ø 10-j. | 4,0 | 0,7 | 7,9 | 92,2 | 53,9 | 11,0 | 62,1 |
| | 50-j. | 3,2 | -0,2 | 6,4 | 87,5 | 58,8 | 12,6 | 42,8 |
| Dezember | 2015 | 3,5 | -0,2 | 8,4 | 94,0 | 21,5 | 8,0 | 55,6 |
| | Ø 10-j. | 0,5 | -2,5 | 3,7 | 91,4 | 65,2 | 15,8 | 50,4 |
| | 50-j. | -0,9 | -4,4 | 1,6 | 88,1 | 49,1 | 13,3 | 34,3 |
| Ø Jahr 2015 | | 9,7 | 4,3 | 15,6 | 81,0 | 663,5 | 135,0 | 1771,4 |
| 10 – jähriges Mittel | | 8,8 | 3,8 | 14,4 | 82,7 | 909,3 | 156,1 | 1785,0 |
| 50 – jähriges Mittel | | 7,4 | 2,5 | 12,5 | 81,0 | 828,8 | 153,3 | 1663,2 |

Das 50-jährige Mittel bezieht sich auf die Jahre 1927 bis einschließlich 1976, das 10-jährige Mittel bezieht sich auf die Jahre 2005 bis einschließlich 2014.

3 Statistische Daten zur Hopfenproduktion

LD Johann Portner, Dipl.-Ing. agr.

3.1 Anbaudaten

3.1.1 Struktur des Hopfenbaus

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

| Jahr | Zahl der Betriebe | Hopfenfläche je Betrieb in ha | Jahr | Zahl der Betriebe | Hopfenfläche je Betrieb in ha |
|------|-------------------|-------------------------------|------|-------------------|-------------------------------|
| 1975 | 7 654 | 2,64 | 2010 | 1 435 | 12,81 |
| 1980 | 5 716 | 3,14 | 2011 | 1 377 | 13,24 |
| 1985 | 5 044 | 3,89 | 2012 | 1 295 | 13,23 |
| 1990 | 4 183 | 5,35 | 2013 | 1 231 | 13,69 |
| 1995 | 3 122 | 7,01 | 2014 | 1 192 | 14,52 |
| 2000 | 2 197 | 8,47 | 2015 | 1 171 | 15,24 |
| 2005 | 1 611 | 10,66 | | | |

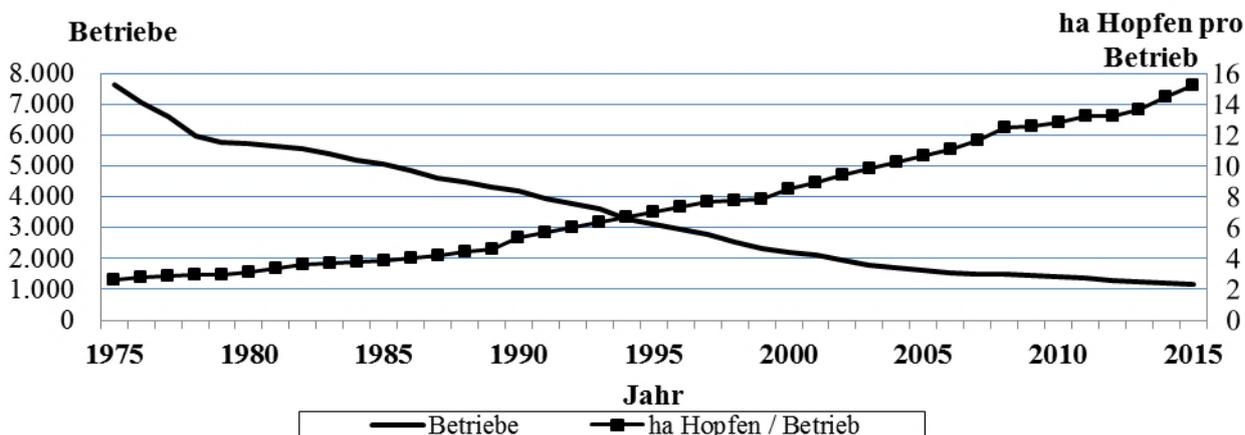


Abb. 3.1: Zahl der Hopfenbaubetriebe und deren Hopfenfläche in Deutschland

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

| Anbaubereich | Hopfenanbauflächen | | | | Hopfenbaubetriebe | | | | Hopfenfläche je Betrieb in | |
|------------------------------------|--------------------|---------------|--|------------|-------------------|--------------|--|--------------|----------------------------|--------------|
| | 2014 | 2015 | Zunahme + Abnahme - 2015 zu 2014 ha | % | 2014 | 2015 | Zunahme + Abnahme - 2015 zu 2014 Betriebe | % | 2014 | 2015 |
| Hallertau | 14 467 | 14 910 | 444 | 3,1 | 966 | 947 | - 19 | - 2,0 | 14,98 | 15,74 |
| Spalt | 348 | 355 | 7 | 2,0 | 55 | 54 | - 1 | - 1,8 | 6,33 | 6,57 |
| Tettngang | 1 209 | 1 237 | 28 | 2,3 | 140 | 139 | - 1 | - 0,7 | 8,64 | 8,90 |
| Baden, Bitburg u. Rheinpfalz | 20 | 20 | ± 0 | ± 0 | 2 | 2 | ± 0 | ± 0 | 10,00 | 10,00 |
| Elbe-Saale | 1 265 | 1 325 | 60 | 4,7 | 29 | 29 | ± 0 | ± 0 | 43,62 | 45,69 |
| Deutschland | 17 308 | 17 847 | 539 | 3,1 | 1 192 | 1 171 | - 21 | - 1,8 | 14,52 | 15,24 |

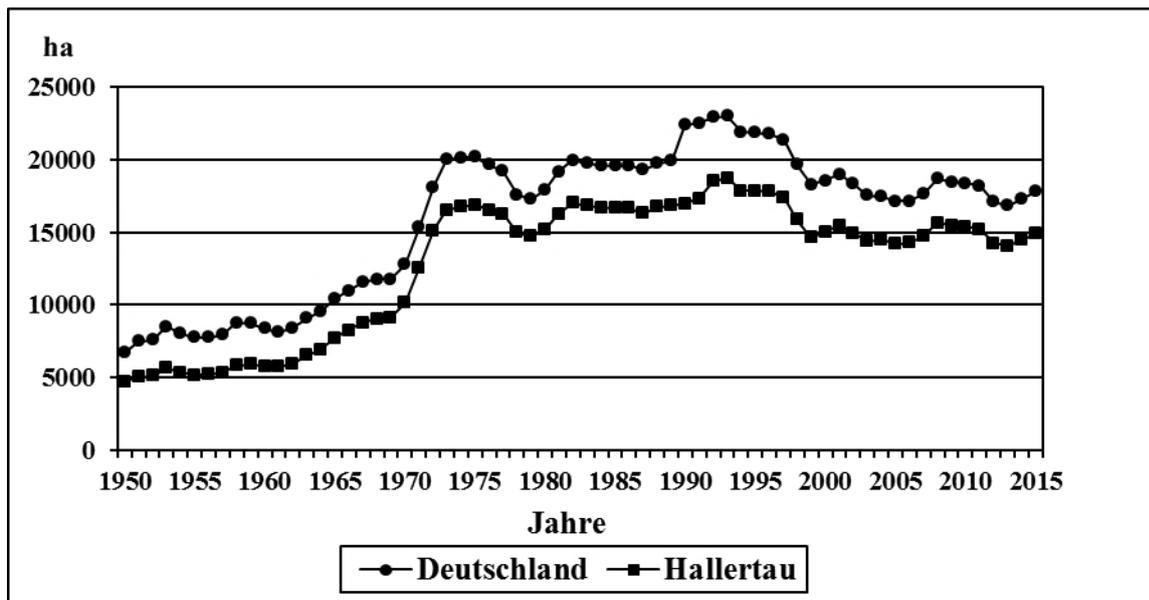


Abb. 3.2: Hopfenanbauflächen in Deutschland und in der Hallertau

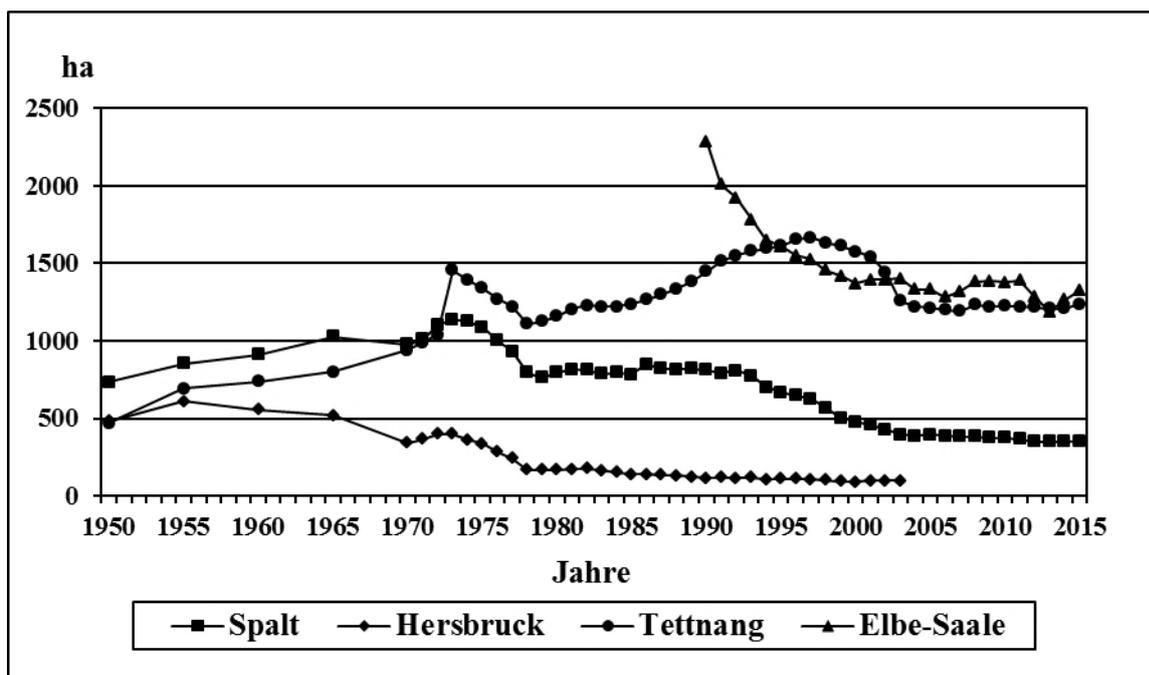


Abb. 3.3: Hopfenanbauflächen in den Gebieten Spalt, Hersbruck, Tett nang und Elbe-Saale

Das Anbaugesbiet Hersbruck gehört seit 2004 zur Hallertau.

Hopfensorten

Die Hopfenanbaufläche stieg 2015 mit 539 ha erneut kräftig an und beträgt 17 847 ha in Deutschland.

Bei den Aromasorten gab es lediglich bei den alten Landsorten Hallertauer Mittelfrüher und Tettninger Flächenreduzierungen. Die größten Zuwächse waren in dieser Sortengruppe bei Hallertauer Tradition (89 ha), Opal (67 ha) und Saazer (55 ha) zu verzeichnen.

Bei den Bitter- und Hochalphasorten werden Hallertauer Magnum (- 289 ha) und Hallertauer Taurus (- 129 ha) zunehmend durch Herkules ersetzt, dessen Fläche 2015 um 530 ha zulegte. Damit ist Herkules die größte Sorte und nimmt mit 23,3 % schon fast ein Viertel der deutschen Hopfenanbaufläche ein.

Der Trend zum vermehrten Anbau von sogenannten Flavor-Sorten setzt sich fort und hat sich 2015 auf 467 ha verdoppelt. Der Anteil an der Gesamtfläche beträgt nun 2,6 % und es ist mit einer weiteren Steigerung in den nächsten Jahren zu rechnen.

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

Aromasorten

Tab. 3.3: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2015

| Anbaugebiet | Anbaufläche gesamt | HA | SP | TE | HE | PE | SE | HT | SR | OL | SD | SA | Sonst. | Aromasorten | |
|------------------------------------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-----|----|----|--------|-------------|------|
| | | | | | | | | | | | | | | ha | % |
| Hallertau | 14.910 | 557 | | | 950 | 2.868 | 443 | 2.790 | 387 | 127 | 33 | 6 | 2 | 8.162 | 54,7 |
| Spalt | 355 | 33 | 113 | | 4 | 26 | 79 | 33 | 15 | 1 | 1 | | 1 | 307 | 86,6 |
| Tettning | 1.237 | 155 | | 744 | | 66 | 7 | 58 | 21 | 1 | 13 | | | 1.065 | 86,1 |
| Baden, Bitburg u. Rheinpfalz | 20 | 1 | | | | 8 | 0 | 4 | | | | | | 14 | 71,1 |
| Elbe-Saale | 1.325 | | | | | 219 | 5 | 28 | | | | 68 | | 320 | 24,1 |

Sortenveränderung in Deutschland

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|--------------|-------------|
| Deutschland | 17.847 | 746 | 113 | 744 | 954 | 3.187 | 533 | 2.914 | 423 | 130 | 47 | 74 | 3 | 9.869 | 55,3 |
| Sortenanteil (in %) | | 4,2 | 0,6 | 4,2 | 5,3 | 17,9 | 3,0 | 16,3 | 2,4 | 0,7 | 0,3 | 0,4 | 0,0 | | |
| 2014 (in ha) | 17.308 | 838 | 112 | 762 | 924 | 3.154 | 523 | 2.825 | 381 | 63 | 39 | 19 | 2 | 9.644 | 55,7 |
| 2015 (in ha) | 17.847 | 746 | 113 | 744 | 954 | 3.187 | 533 | 2.914 | 423 | 130 | 47 | 74 | 3 | 9.869 | 55,3 |
| Veränderung (in ha) | 539 | -93 | 0 | -18 | 30 | 32 | 10 | 89 | 42 | 67 | 8 | 55 | 1 | 225 | -0,4 |

Tab. 3.4: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2015

Bitter- und Hochalphasorten

| Anbaugebiet | NB | BG | NU | TA | HM | TU | MR | HS | PA | Sonst. | Bittersorten | |
|------------------------------------|------------|-----------|------------|----------|--------------|------------|-----------|--------------|-----------|-----------|--------------|-------------|
| | | | | | | | | | | | ha | % |
| Hallertau | 150 | 17 | 137 | 1 | 1.671 | 440 | 22 | 3.836 | 44 | 32 | 6.351 | 42,6 |
| Spalt | | | | | 2 | | 3 | 32 | | 0 | 37 | 10,5 |
| Tettwang | | | | | | 3 | | 133 | 4 | 5 | 144 | 11,7 |
| Baden, Bitburg u. Rheinpfalz | | | | 0 | 3 | | | 3 | 0 | | 6 | 28,4 |
| Elbe-Saale | 88 | | 25 | | 677 | 21 | | 150 | 12 | 1 | 973 | 73,4 |
| Deutschland | 238 | 17 | 162 | 1 | 2.353 | 465 | 26 | 4.152 | 60 | 37 | 7.511 | 42,1 |

Sortenveränderung in Deutschland

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-------|------|-----|-------|-----|-----|--------------|-------------|
| Sortenanteil (in %) | 1,3 | 0,1 | 0,9 | 0,0 | 13,2 | 2,6 | 0,1 | 23,3 | 0,3 | 0,2 | | |
| 2014 (in ha) | 267 | 17 | 173 | 1 | 2.642 | 594 | 31 | 3.622 | 53 | 28 | 7.428 | 42,9 |
| 2015 (in ha) | 238 | 17 | 162 | 1 | 2.353 | 465 | 26 | 4.152 | 60 | 37 | 7.511 | 42,1 |
| Veränderung (in ha) | -29 | 0 | -11 | 0 | -289 | -129 | -6 | 530 | 7 | 9 | 83 | -0,8 |

Tab. 3.5: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2015

Flavor-Sorten

| Anbaugebiet | CA | HC | HN | MB | MN | CO | Flavor-Sorten | |
|------------------------------------|-----------|------------|------------|------------|----------|----------|---------------|------------|
| | | | | | | | ha | % |
| Hallertau | 30 | 97 | 90 | 171 | 5 | 5 | 397 | 2,7 |
| Spalt | 4 | 2 | | 3 | | | 10 | 2,9 |
| Tettwang | 6 | 6 | 5 | 10 | | | 27 | 2,2 |
| Baden, Bitburg u. Rheinpfalz | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0 | 0,5 |
| Elbe-Saale | | 4 | 6 | 22 | | | 32 | 2,4 |
| Deutschland | 41 | 109 | 101 | 207 | 5 | 5 | 467 | 2,6 |
| Sortenanteil (in %) | 0,2 | 0,6 | 0,6 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | | |

Sortenveränderung in Deutschland

| | | | | | | | | |
|------------------------|----|-----|-----|-----|---|---|------------|------------|
| 2014 (in ha) | 30 | 48 | 56 | 99 | 0 | 3 | 236 | 1,4 |
| 2015 (in ha) | 41 | 109 | 101 | 207 | 5 | 5 | 467 | 2,6 |
| Veränderung (in ha) | 10 | 61 | 46 | 108 | 5 | 1 | 231 | 1,2 |

3.2 Ertragsituation im Jahr 2015

Die Hopfenernte 2015 in Deutschland beträgt 28 336 520 kg (= 566 730 Ztr.) und fiel aufgrund des heißen und trockenen Sommers deutlich niedriger aus als im Rekordjahr 2014 (38 499 770 kg bzw. 769 995 Ztr.). Die Erntemenge liegt damit um 10 163 250 kg (= 203 265 Ztr.) unter dem Vorjahresergebnis; dies bedeutet trotz gestiegener Anbaufläche eine Ertragsminderung von 26,4 %.

Mit 1588 kg Hektarertrag bezogen auf die Gesamtfläche fällt die Erntemenge weit unterdurchschnittlich aus und ist damit eines der schlechtesten Ernteergebnisse der letzten Jahrzehnte.

Entsprechend niedrig waren auch die Alphasäuregehalte. Multipliziert mit dem niedrigen Ertrag erzielten viele Sorten nicht einmal die Hälfte der Alphasäuremenge der Ernte 2014. Insgesamt dürfte die produzierte Alphasäuremenge in Deutschland bei etwas über 2 500 t liegen und somit 1 600 t unter dem Vorjahresergebnis.

Tab. 3.6: Hektarerträge und Relativzahlen in Deutschland

| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-------------------------------------|--|--|---------------------------------|--|---------------------------------|---------------------------------|
| Ertrag kg/ha bzw. (Ztr./ha) | 1862 kg (37,2 Ztr.) (Hagelschäden) | 2091 kg (41,8 Ztr.) (Hagelschäden) | 2013 kg (40,3 Ztr.) | 1635 kg (32,7 Ztr.) (Hagelschäden) | 2224 kg (44,5 Ztr.) | 1588 kg (31,8 Ztr.) |
| Anbaufläche in ha | 18.386 | 18.228 | 17.124 | 16.849 | 17.308 | 17.847 |
| Gesamternte in kg bzw. Ztr. | 34 233 810 kg = 684 676 Ztr. | 38 110 620 kg = 762 212 Ztr. | 34 475 210 kg = 689 504 Ztr. | 27 554 140 kg = 551 083 Ztr. | 38 499 770 kg = 769 995 Ztr. | 28 336 520 kg = 566 730 Ztr. |

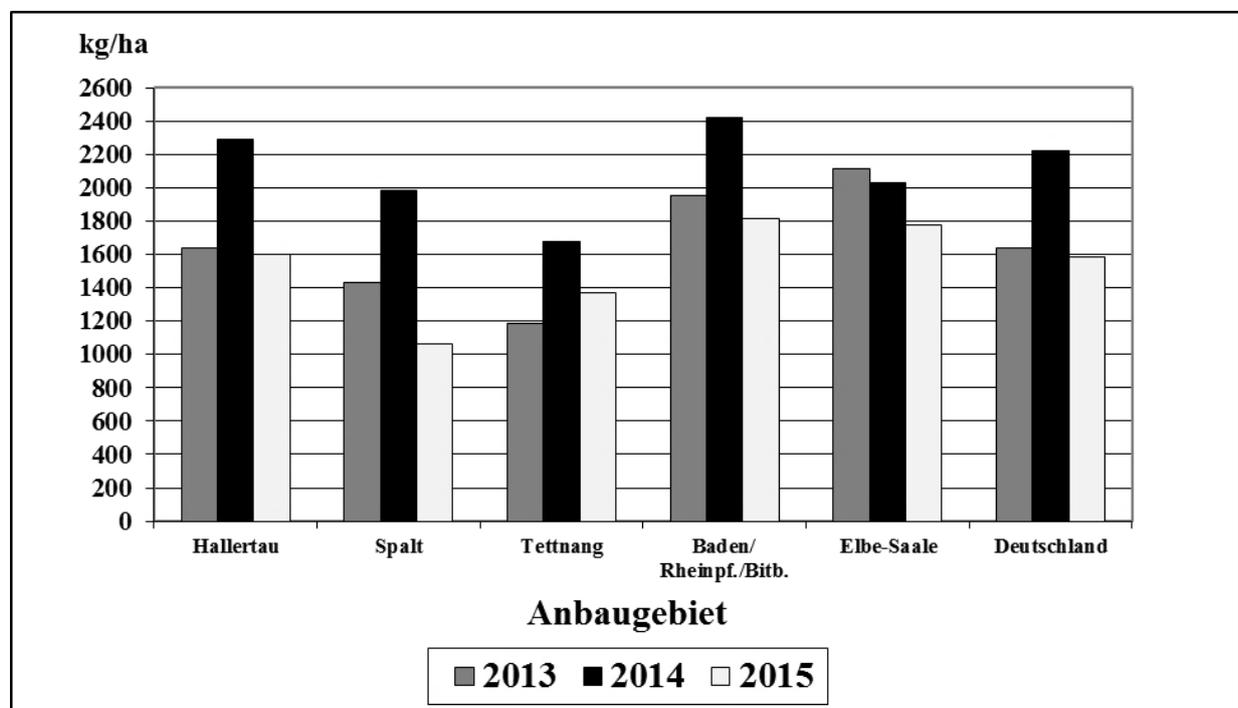


Abb. 3.4: Durchschnittserträge der einzelnen Anbauggebiete in kg/ha

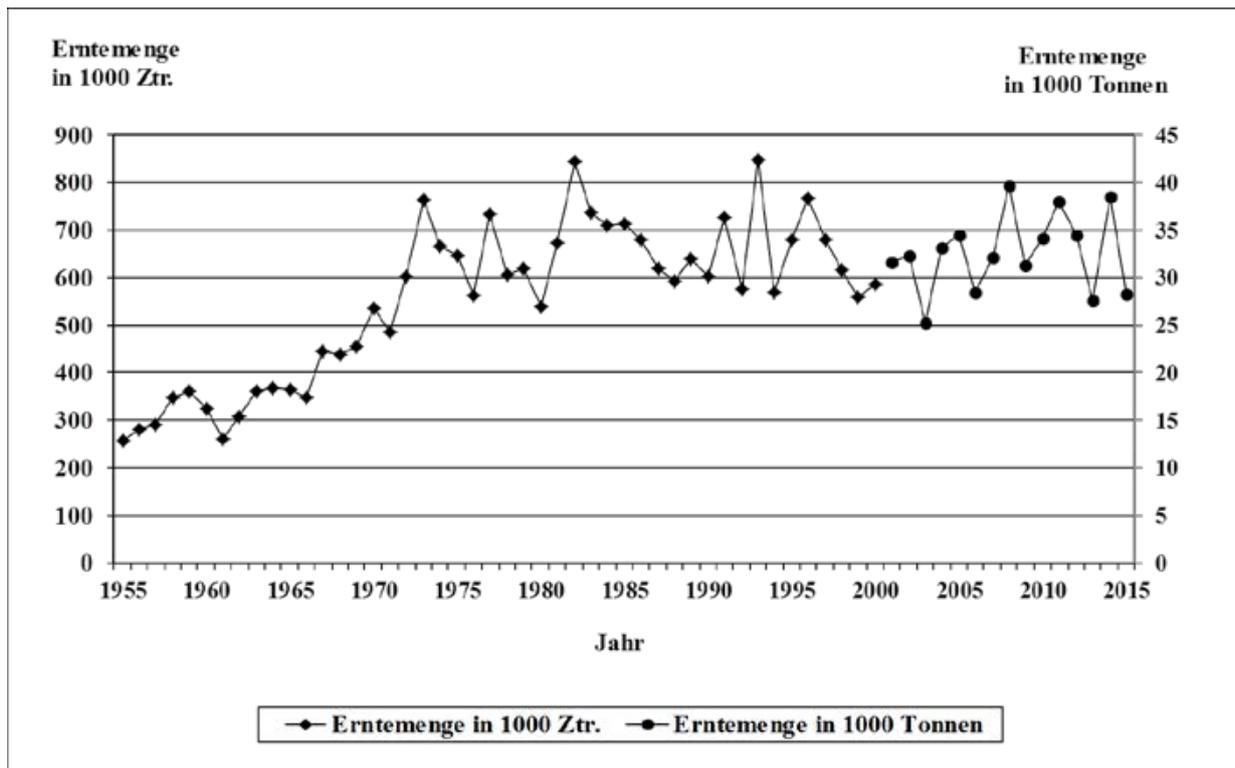


Abb. 3.5: Erntemenge in Deutschland

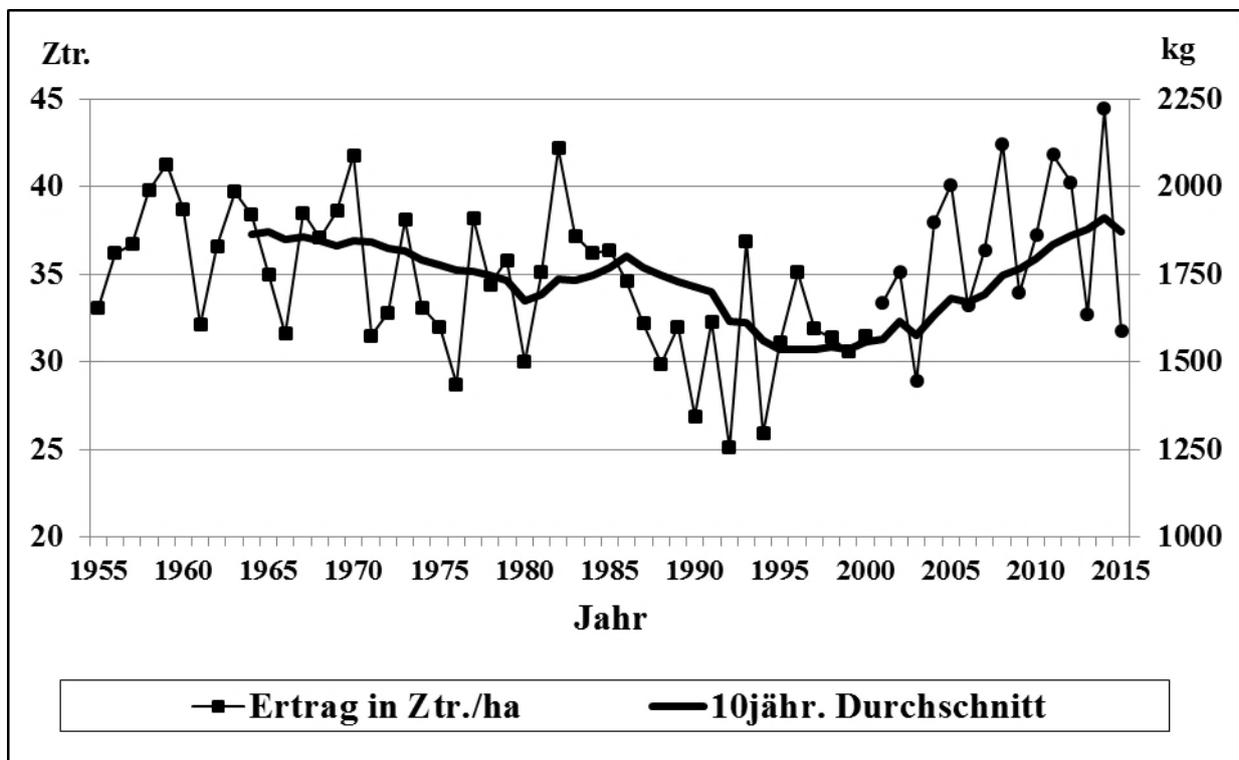


Abb. 3.6: Durchschnittsertrag (Ztr. bzw. kg/ha) in Deutschland

Tab. 3.7: Hektar-Erträge in den deutschen Anbaugebieten

| Anbaugebiet | Erträge in kg/ha Gesamtfläche | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| Hallertau | 1 844 | 2 190 | 1 706 | 1 893 | 2 151 | 2 090 | 1 638 | 2293 | 1601 |
| Spalt | 1 532 | 1 680 | 1 691 | 1 625 | 1 759 | 1 383 | 1 428 | 1980 | 1062 |
| Tett nang | 1 353 | 1 489 | 1 320 | 1 315 | 1 460 | 1 323 | 1 184 | 1673 | 1370 |
| Bad. Rheinpf./ Bitburg | 2 029 | 1 988 | 1 937 | 1 839 | 2 202 | 2 353 | 1 953 | 2421 | 1815 |
| Elbe-Saale | 2 043 | 2 046 | 1 920 | 1 931 | 2 071 | 1 983 | 2 116 | 2030 | 1777 |
| Ø Ertrag je ha Deutschland | 1 819 kg | 2 122 kg | 1 697 kg | 1 862 kg | 2 091 kg | 2 013 kg | 1 635 kg | 2224 kg | 1588 kg |
| Gesamternte Deutschland (t bzw. Ztr.) | 32 139 t 642 777 | 39 676 t 793 529 | 31 344 t 626 873 | 34 234 t 684 676 | 38 111 t 762 212 | 34 475 t 698 504 | 27 554 t 551 083 | 38 500 t 769 995 | 28 337 t 566 730 |
| Anbaufläche Deutschland (ha) | 17 671 | 18 695 | 18 473 | 18 386 | 18 228 | 17 124 | 16 849 | 17 308 | 17 847 |

Tab. 3.8: Alpha-Säurenwerte der einzelnen Hopfensorten

| Anbaugebiet/Sorte | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Ø 5 Jahre | Ø 10 Jahre |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|--------------|---------------|
| Hallertau Hallertauer | 2,4 | 3,9 | 4,4 | 4,2 | 3,8 | 5,0 | 4,6 | 3,3 | 4,0 | 2,7 | 3,9 | 3,8 |
| Hallertau Hersbrucker | 2,2 | 2,6 | 2,9 | 3,4 | 3,5 | 4,5 | 3,0 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,8 | 2,8 |
| Hallertau Hall. Saphir | 3,2 | 4,6 | 5,1 | 4,5 | 4,5 | 5,3 | 4,4 | 2,6 | 3,9 | 2,5 | 3,7 | 4,1 |
| Hallertau Perle | 6,2 | 7,9 | 8,5 | 9,2 | 7,5 | 9,6 | 8,1 | 5,4 | 8,0 | 4,5 | 7,2 | 7,5 |
| Hallertau Spalter Select | 4,3 | 4,7 | 5,4 | 5,7 | 5,7 | 6,4 | 5,1 | 3,3 | 4,7 | 3,2 | 4,5 | 4,9 |
| Hallertau Hall. Tradition | 4,8 | 6,0 | 7,5 | 6,8 | 6,5 | 7,1 | 6,7 | 5,0 | 5,8 | 4,7 | 6,0 | 6,1 |
| Hallertau North. Brewer | 6,4 | 9,1 | 10,5 | 10,4 | 9,7 | 10,9 | 9,9 | 6,6 | 9,7 | 5,4 | 8,7 | 8,9 |
| Hallertau Hall. Magnum | 12,8 | 12,6 | 15,7 | 14,6 | 13,3 | 14,9 | 14,3 | 12,6 | 13,0 | 12,6 | 13,5 | 13,6 |
| Hallertau Nugget | 10,2 | 10,7 | 12,0 | 12,8 | 11,5 | 13,0 | 12,2 | 9,3 | 9,9 | 9,2 | 10,7 | 11,1 |
| Hallertau Hall. Taurus | 15,1 | 16,1 | 17,9 | 17,1 | 16,3 | 17,4 | 17,0 | 15,9 | 17,4 | 12,9 | 16,1 | 16,3 |
| Hallertau Herkules | | 16,1 | 17,3 | 17,3 | 16,1 | 17,2 | 17,1 | 16,5 | 17,5 | 15,1 | 16,7 | |
| Tett nang Tett nanger | 2,2 | 4,0 | 4,2 | 4,2 | 4,0 | 5,1 | 4,3 | 2,6 | 4,1 | 2,1 | 3,6 | 3,7 |
| Tett nang Hallertauer | 2,6 | 4,3 | 4,7 | 4,5 | 4,2 | 5,1 | 4,7 | 3,3 | 4,6 | 2,9 | 4,1 | 4,1 |
| Spalt Spalter | 2,8 | 4,6 | 4,1 | 4,4 | 3,7 | 4,8 | 4,1 | 2,8 | 3,4 | 2,2 | 3,5 | 3,7 |
| Elbe-S. Hall. Magnum | 12,4 | 13,3 | 12,2 | 13,7 | 13,1 | 13,7 | 14,1 | 12,6 | 11,6 | 10,4 | 12,5 | 12,7 |

Quelle: Arbeitsgruppe Hopfenanalyse (AHA)

4 Züchtungsforschung Hopfen

RDin Dr. Elisabeth Seigner, Dipl.-Biol.

Die Züchtungsarbeiten am Hopfenforschungszentrum Hüll werden von drei Zielsetzungen geprägt:

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

Dabei sind für Hüller Neuzüchtungen nicht nur Doldeninhaltsstoffe und damit die Brauqualität ausschlaggebend, auch gesteigerte Widerstandsfähigkeiten gegenüber den wichtigsten Krankheiten und Schädlingen sowie agronomisch verbesserte Leistungsmerkmale sind entscheidende Selektionskriterien.

Biotechnologische und genomanalytische Techniken begleiten den klassischen Züchtungsweg. Insbesondere die Meristemkultur hat unter den biotechnologischen Methoden ihren festen Platz bei der Entwicklung von Sorten, um Krankheitserreger zu eliminieren. So kann gesundes Pflanzmaterial erzeugt und für eigene Anbauprüfungen und den Vermehrungsbetrieb zur Verfügung gestellt werden. Des Weiteren werden molekulare Techniken eingesetzt, um das Erbmaterial des Hopfens zu erforschen und Hopfenpathogene zu identifizieren.



4.1 Klassische Züchtung

4.1.1 Kreuzungen 2015

Den drei oben genannten Zielsetzungen folgend wurden 2015 insgesamt 72 Kreuzungen durchgeführt.

4.1.2 Zwei neue Hüller Special Flavor-Hopfen-Sorten - einzigartige Aromakompositionen für neue Geschmackserlebnisse in Bieren

Ziel

Inspiziert wurde das Hüller Special Flavor-Züchtungsprogramm von den US-Craft-Brauern und dem von ihnen ausgelösten Trend in der Brauwirtschaft weltweit hin zu mehr Biervielfalt verbunden mit einem deutlich gestiegenen Hopfenbedarf. Gesteigerte Hopfengaben in Kombination mit der Verwendung von Hopfen mit einzigartigen Aromausprägungen ermöglichen es, gehaltvolle sowie charaktvolle Biere zu kreieren, die trotz höherem Preis reißenden Absatz finden. Um diesen Markt auch den deutschen Hopfenpflanzern so schnell wie möglich zu öffnen, wurden in der Rekordzeit von nur 4 bis 6 Jahren mit Mandarina Bavaria, Huell Melon und Hallertau Blanc die ersten Spezialaromasorten mit Hüller Prägung selektiert und von der Gesellschaft für Hopfenforschung 2012 als Sorten angemeldet. Mit einer Gesamtanbaufläche dieser Sorten in Deutschland von aktuell mehr als 400 ha ist der Einstieg der Hüller Special Flavor-Sorten in den lukrativen Spezialhopfenmarkt gelungen, nachdem dieser Marktsektor bislang fast ausschließlich von den US-Pflanzern mit ihren Flavor-Sorten dominiert wurde. Die US-„Craftbrewer“-Szene zeigt sich nach wie vor als Wachstumsmotor der Brau- und Hopfenbranche in den USA. Die Zahl der Brauereien steigt kontinuierlich auf nunmehr über 4000 (Ende 2015). Diese neu entdeckte Biereuphorie hat die US-Hopfenproduktion drastisch verändert. So nahm die Hopfenanbaufläche in den letzten Jahren stetig zu auf über 17.800 ha mit einem Anteil von nahezu 60 % Flavor-Sorten und einem konstant zurückgehenden Hochalphasorten-Anteil von jetzt unter 30 %. Auch die Sortenlandschaft hat sich deutlich vergrößert. Allein in den USA wurde in den letzten 5 Jahren das Spektrum der im Anbau stehenden Sorten von 54 auf 70 vergrößert. Doch ebenso in Deutschland hat sich aufgrund der bei den Brauern neu entdeckten Wertigkeit des Hopfens als essentiellen Braurohstoff einiges bewegt. Drei vom Hopfenforschungszentrum Hüll gezüchtete Sorten mit einzigartigen, fruchtigen und blumigen Aromasignaturen und eine Sorte im Hochalphanbereich mit speziellen Aromanancen wurden 2012 für den Anbau zugelassen und nun stehen nochmals zwei Spezialaromasorten aus den Kreuzungen von Züchter Anton Lutz zur Anmeldung an. Beide Sorten tragen somit ganz wesentlich zur Erweiterung des Sortenportfolios deutscher Hopfenpflanzler bei, so stieg die Zahl der in Deutschland angebaute Sorten zwischen 2010 und 2015 von 23 auf 35 an.

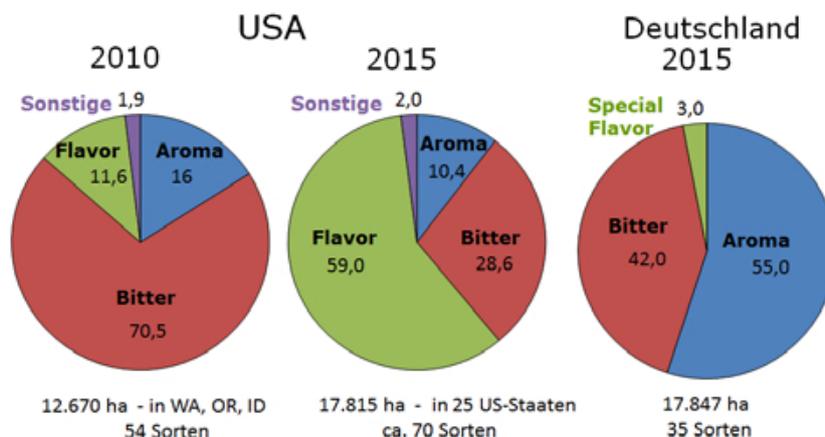


Abb. 4.1: Veränderungen in den Anbauflächen von Aroma-, Bitter- und Flavor-Hopfen in den USA zwischen 2010 und 2015 und Anbausituation in Deutschland im Jahr 2015. Angaben in % der Gesamtanbaufläche; Zusatzinformationen zu Gesamtanbaufläche, Hauptanbaustaaten (WA = Washington, OR = Oregon, ID = Idaho) sowie Anzahl der angebauten Sorten (lt. I.H.G.C.-Sortenliste).

Material und Vorgehensweise

Die ersten Kreuzungen zur Realisierung des Zuchtziels „Special Flavor-Hopfen“ basierten auf der US-Sorte Cascade, mit der fruchtige Aromaelemente ins Hüller Zuchtmaterial eingebracht wurden. Im weiteren Züchtungsfortgang wurde dann verstärkt auf Hüller Zuchtstämme gesetzt, die aufgrund von Kreuzungen mit Cascade und anderem US-Material fruchtig-exotische Aromausprägungen aufwiesen und zudem das Potenzial für breitere Krankheitsresistenzen und optimale agronomische Leistungsmerkmale in die Kreuzungsnachkommen mit einbrachten. Damit sollte nochmals eine stärkere Anpassung der entwickelten Hopfen an die in Deutschland herrschenden Klima-, Boden- und besonders Krankheits-Bedingungen erfolgen, was ihnen im Anbau gegenüber US-Flavor-Sorten klare Vorteile verschafft.

Hüller Zuchtstämme und Sorten, die gesund und leistungsfähig sind und zugleich interessante Aromakombinationen aufweisen, wurden für die speziellen Kreuzungen eingesetzt. Sämlinge aus diesen Kreuzungen wurden – wie generell üblich - einem intensiven Resistenz-Screening im Gewächshaus und Labor unterzogen. Nur Mehltau-resistente und Peronospora-tolerante Hopfen wurden in der Vegetationshalle weiterselektiert und nachfolgend die erfolversprechendsten als Einzelstöcke über 3 Jahre unter Freilandbedingungen im Hüller Zuchtgarten geprüft.

Da nur mit gesundem, *Verticillium*- und virusfreiem Pflanzmaterial die nachfolgenden Anbauprüfungen im Stadelhofer Zuchtgarten und in den verschiedenen Praxisversuchsprüfungen durchgeführt werden, wurden alle in Frage kommenden Sämlinge und Stämme auf diese Krankheitserreger hin untersucht. Mit einer hoch sensitiven molekularen Technik wurde das Pflanzmaterial auf *Verticillium* getestet (Maurer et al., 2013). Zusätzlich konnten Pflanzen mit gefährlichen Virus- und Viroid-Infektionen mittels RT-PCR und ELISA ausgeschlossen werden (siehe Seigner et al., 2014).

Im Anschluss wurden ausgewählte Sämlinge in zwei Wiederholungen à 6 Pflanzen an zwei Standorten in der Stammesprüfung genauer bewertet. Zuchtstämme, die mit ihren Resistenzreaktionen, ihren agronomischen Leistungsmerkmalen und ihren Inhaltsstoffen einschließlich Aromausprägung überzeugen konnten, wurden im Reihenanbau (60 – 200 Pflanzen/ Zuchtstamm) auf Praxisflächen von ausgewählten Versuchslandwirten angebaut.

Aus diesen LfL-eigenen Prüfungen und dem Praxisreihenanbau stammende Erntemuster von vorselektierten, wirklich vielversprechenden Stämmen wurden schließlich im Januar 2014 dem neu installierten Expertengremium der GfH (siehe Jahresbericht, Sonderkultur Hopfen 2014, S. 41) zur Aromabewertung und Gesamtbeurteilung vorgelegt. Die beiden Stämme 2010/08/33 und 2010/72/20 mit ihren einzigartigen Aromausprägungen konnten auf breiter Linie die Vertreter der verschiedenen Wirtschaftskreise und schließlich auch die Vorstandschaft der GfH überzeugen. Daraufhin wurden die oben genannten Zuchtstämme für den Großflächenversuchsanbau von der GfH frei gegeben und im Frühjahr/Sommer 2014 konnte dieser Anbau auf Hektarbasis bei den beteiligten Landwirten beginnen.

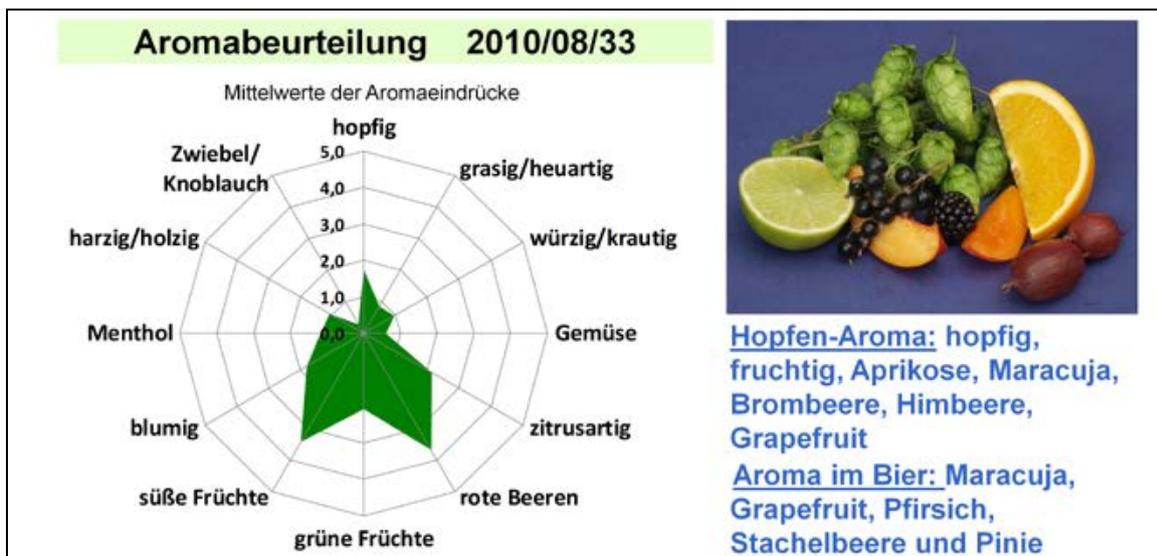
Ergebnisse aus dem Großflächenversuchsanbau mit den beiden neuen Special-Flavor-Hopfen

Die beiden Zuchtstämme 2010/08/33 und 2010/72/20 wurden jeweils auf 6,3 bzw. 5,3 ha im Praxisanbau getestet. Aufgrund der Berichtspflicht der Pflanzler, die am Großflächenversuchsanbau beteiligt waren, bekam die LfL eine Fülle von Informationen zu beiden Stämmen. Daraus resultiert der aktuelle Kenntnisstand zu Wüchsigkeit, Homogenität, Windefähigkeit sowie doldenspezifischen Charakteristika einschließlich Aroma.

Tab. 4.1: Agronomische Eigenschaften, Reaktion auf Pilze und Schädlinge sowie Aroma des Zuchtstammes 2010/08/33 aufgrund bisheriger Erkenntnisse aus LfL-eigenen Prüfungen und Praxisversuchen (Reihen- und Großflächenversuchsanbau)

| Agronomische Eigenschaften (bisherige Prüfergebnisse) | |
|---|---|
| Vorteile | wüchsig homogen, gute Windefähigkeit schöne große Dolden |
| Nachteile | leicht kopfbetont, etwas zwittrig, keine Welke-Standorte |
| Reife | mittelspät (kurz vor oder wie Hersbrucker Spät) |
| Ernte | gute Pflücke und Trocknung |
| Ertragspotenzial | hoch (gleich bis leicht über Hallertau Tradition und Perle) |

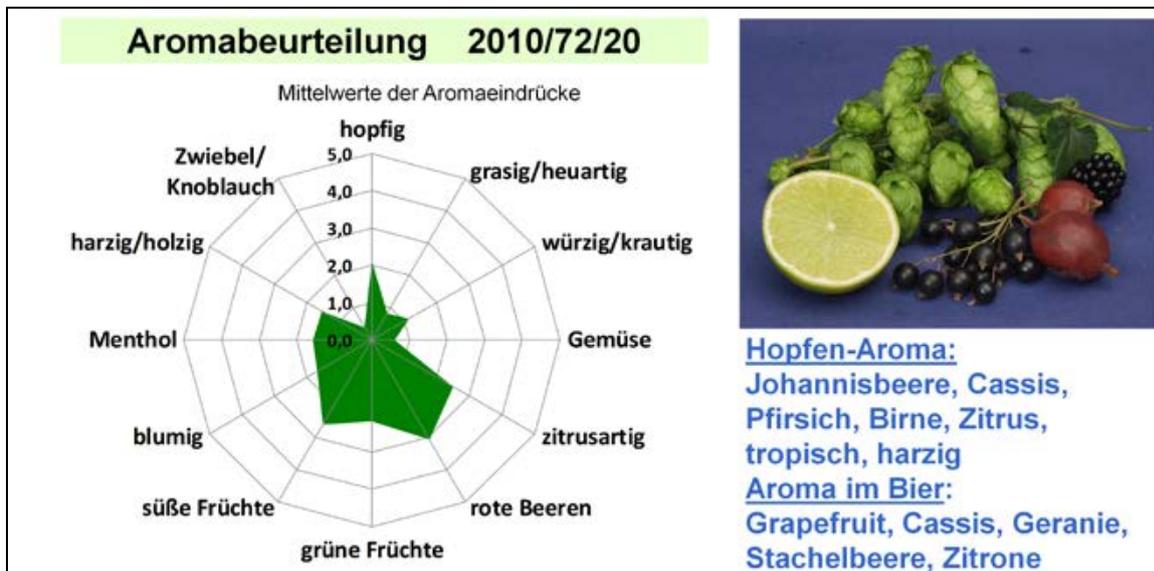
| Widerstandsfähigkeit gegenüber | |
|------------------------------------|------------------|
| Verticillium-Welke | bisher gut |
| Peronospora Primärinfektion | hoch |
| Peronospora Sek. Infektion | hoch |
| Echtem Mehltau | resistent |
| Botrytis | gering - mittel |
| Spinnmilbe | mittel |
| Blattlaus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



Tab. 4.2: Agronomische Eigenschaften, Reaktion auf Pilze und Schädlinge sowie Aroma des Zuchtstammes 2010/72/20 aufgrund bisheriger Erkenntnisse aus LfL-eigenen Prüfungen und Praxisversuchen (Reihen- und Großflächenversuchsanbau)

| Agronomische Eigenschaften | |
|----------------------------|---|
| Vorteile | gut wüchsig, homogen, robust, zylindrische Rebe, schöner Habitus, gute Seitenarmbildung, sehr schöne Dolden |
| Nachteile | große Blätter |
| Reife | spät (nach Herkules) |
| Ernte | gute Pflücke und Trocknung |
| Ertragspotenzial | hoch - sehr hoch |

| Widerstandsfähigkeit gegenüber | |
|------------------------------------|------------------|
| Verticillium-Welke | bisher sehr gut |
| Peronospora Primärinfektion | gut |
| Peronospora Sek. Infektion | gut bis sehr gut |
| Echtem Mehltau | voll resistent |
| Botrytis | mittel |
| Spinnmilbe | gut bis sehr gut |
| Blattlaus | mittel |



Bei den agronomischen Leistungsmerkmalen konnten beide Stämme im Anbau überzeugen: Wüchsigkeit, Windefähigkeit, Pflücke und Trocknung und nicht zuletzt durch ihre hohe bis sehr hohe Ertragsleistung.

Besonders die beobachteten Reaktionen beider Neuzüchtungen auf Krankheiten und Schädlinge brachten ein umfassendes Bild zu deren Widerstandsfähigkeit gegenüber Pathogenen an verschiedenen Standorten (Tab. 4.1 und Tab. 4.2). So zeigen sich sehr augenfällig die Erfolge einer jahrelangen sehr umfassenden und intensiven Mehltaresistenzzüchtung. Wie bei allen Hüller Special Flavor-Sorten so ist auch in den beiden neuen Sorten eine sehr gute bzw. vollständige Resistenz gegenüber allen aktuell bekannten Mehltaurassen umgesetzt worden. Des Weiteren zeigen beide Neuzüchtungen bislang bei der Feldselektion auf mit *Verticillium* befallenen Flächen gesteigerte Toleranz gegenüber dem Welkepilz. Gute bis sehr gute Toleranz gegenüber Peronospora der neuen Sorten vervollständigt die Aussage, dass die Hüller Special Flavor-Sorten deutlich besser an die Krankheitserreger in deutschen Anbaugebieten angepasst sind als dies bei ausländischen Sorten der Fall ist.

Bei den Aromabonituren waren die Vertreter der Expertengruppe Hopfen der GfH unter der Leitung von Züchter Anton Lutz mit eingebunden. Sie stellten für beide Zuchtstämme überzeugende neuartige Aromakombinationen fest: hopfige Grundnoten mit Maracuja-Aprikose, Grapefruit und Waldbeeren bzw. schwarze Johannisbeere und Zitrusnoten.

Doch wirklich entscheidend ist es, wie sich diese Aromen in verschiedenen Bieren entwickeln und letztlich vom Bierverkoster wahrgenommen werden.

Ergebnisse aus den weiterführenden Brauversuchen

Um im großen Stil mit den beiden Zuchtstämmen Brauversuche durchführen zu können, standen durch den Großflächenversuchsanbau erstmals auch ausreichende Mengen an Hopfen zur Verfügung. Wie üblich wurden individuelle Sudversuche von Brauern aus aller Welt gemacht, die Interesse an diesen Zuchtstämmen gezeigt hatten. Ein entscheidender Kenntnisvorsprung im Bereich Brauqualität der beiden neuen Zuchtstämme konnte durch die erstmals realisierten sog. weiterführenden Brauversuche nach standardisiertem Konzept, wie es vom GfH-Expertengremium ausgearbeitet worden war, erreicht werden. Selbst die Verkostung der Biere erfolgte nach vom Expertengremium vorgegebenen Bewertungskriterien. Durch diese Standardisierungen ergaben sich völlig transparente Erkenntnisse zur Aromaausprägung und Bitterqualität der getesteten Zuchtstämme im Bier, wovon nicht nur Hopfenhändler und die LfL, sondern im besonderen Maße die Braubranche profitieren.

In Abhängigkeit von Biertyp (unter- bzw. obergärig), Einsatzmenge und Zeitpunkt der Hopfengabe (Kochbeginn, Whirlpool, Trockenhopfung alleine bzw. zusätzlich in einer Kombination von Whirlpool-Hopfengabe und Dryhopping) konnten mit beiden Zuchtstämmen einzigartige Aromakreationen erzielt werden. Der genaue Versuchsaufbau dieser Brauversuche sowie eine Beschreibung der ober- und untergärigen Biere und der daraus abgeleiteten Brauqualität und Braueignung für beide Zuchtstämme wurden von Hanke et al. (2015a und b) vorgestellt.

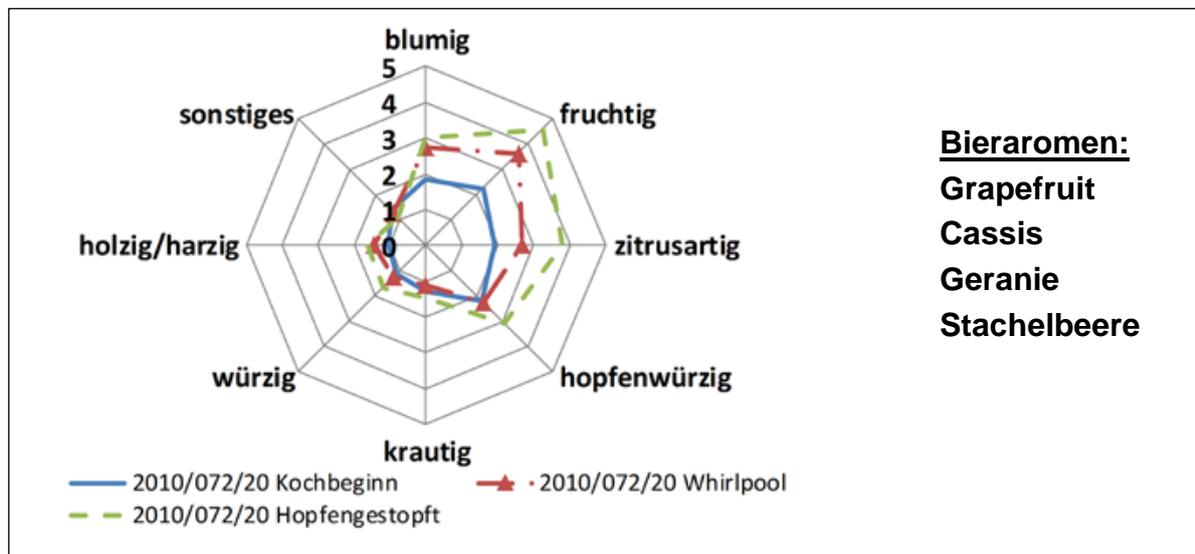
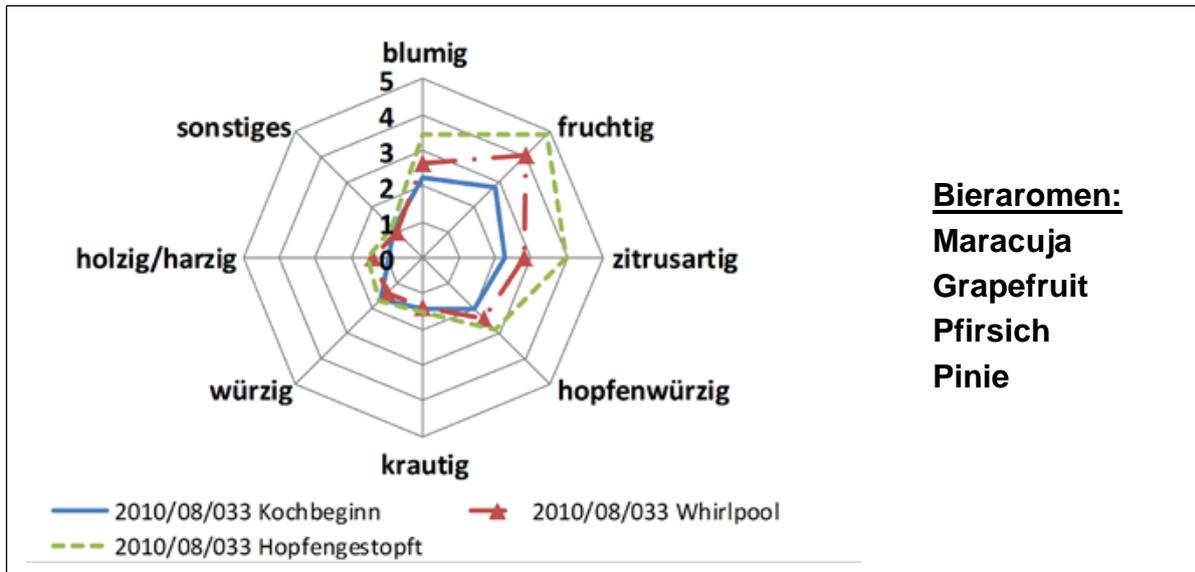


Abb. 4.2: Aromaeindrücke der Biere aus den systematischen Brauversuchen (Mittelwerte unabhängig vom Biertyp) mit dem Zuchtstamm 2010/08/33 (oben) und 2010/72/20 (unten). Während bei der Beschreibung des Hopfenaromas zwischen süßen, grünen und roten Früchten differenziert wird, werden beim Bieraroma all diese fruchtigen Aromaeindrücke in einem Begriff zusammengefasst.

Resümee

Für die beiden Zuchtstämme 2010/08/33 und 2010/72/20 kamen zum ersten Mal alle Innovation bei der Entwicklung neuer Hopfensorten (siehe Abb. 4.3 – in Rot hervorgehoben) zum Tragen, die gemeinsam von LfL, GfH, dem Hopfenwirtschaftsverband und dem Hopfenpflanzerverband Ende 2013 vereinbart worden waren. Mit der Bewertung der Zuchtstämme durch das Expertengremium, der Durchführung des Großflächenversuchsanbaus und den Brauver suchen waren die verschiedenen Kreise der Hopfen- und Brauwirtschaft deutlich intensiver und breiter in den Selektionsprozess dieser beiden Neuzüchtungen mit einbezogen.

Zudem konnte auf diese Weise in kurzer Zeit ein sehr fundierter Kenntnisstand zu allen beiden Neuzüchtungen erreicht werden. Alle Daten zu Agronomie, Resistenz, Inhaltsstoffen und Aromausprägung in den Dolden wie auch in verschiedenen Biertypen stützen die Erwartung für einen wirtschaftlich erfolgreichen Anbau von 2010/08/33 und 2010/72/20. Daher entschied die GfH-Vorstandschafft, diese beiden Stämme mit ihren einzigartigen Aromaprofilen nicht länger der Brauwirtschaft vorzuenthalten.



Abb. 4.3: Entwicklung einer neuen Hopfensorte

Trotz der bislang beobachteten gesteigerten Welke-Toleranz der beiden neuen Sorten muss jedem Hopfenpflanzler bewusst sein, dass der alleinige Anbau einer Welke-toleranten Sorte auf mit Welke verseuchtem Boden das Problem nur verschärft. Denn der Welkepilz würde, um Hopfen weiter als Nahrungslieferanten und Wirt nutzen zu können, noch aggressivere Rassen hervorbringen (Talboys, 1987). Damit wäre es nur eine Frage der Zeit, bis auch die toleranteren Hopfen von *Verticillium* angegriffen und absterben würden. Auf Flächen mit aggressivem Welkebefall muss der Hopfen gerodet werden und der Boden über mehrere Jahre mit welkeneutralen Pflanzen z.B. unter Gras saniert werden (Talboys, 1987; „Grünes Heft“, Verticilliumwelke). Erst dann darf erneut Hopfen gepflanzt werden. Diese Maßnahmen gelten auch für die beiden neuen Welke-toleranteren Sorten.

Referenzen

Hanke, S., Schüll, F., Seigner, E., Lutz, A. (2015): Zuchtstämmen auf den Zahn gefühlt – Teil 2: weiterführende Brauversuche. Brauwelt Wissen Nr. 42-43, 1230-1234.

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

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

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.

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

4.2 Biotechnologie in der Hopfenzüchtung

4.2.1 Ansatz zur Viroid-Freimachung über somatische Embryogenese

Zielsetzung

Im Rahmen eines von der Wissenschaftlichen Station für Brauerei geförderten Projektes sollte geprüft werden, inwieweit es wie bei Wein (Gambino et al., 2011) möglich ist, durch somatische Embryogenese Viren und besonders Viroide aus infiziertem Hopfenmaterial zu eliminieren.

Bislang gibt es keine effektive und wirklich zuverlässige Methode, um Hopfen von Viroid-Infektionen zu kurieren. Während für die Viruseliminierung die Meristemkultur in Kombination mit der Hitzetherapie seit Jahrzehnten bei Hopfen bestens etabliert ist (Adams, 1975; Kremheller et al., 1989), ist es bisher nur mit geringer Effektivität gelungen, über Meristemkultur mit vor- bzw. nachgelagerter Kältetherapie (Momma and Takahashi, 1983; Adams et al., 1996) Viroid-Freiheit zu erreichen. Bei Wein hingegen konnten über sog. somatische Embryonen (Embryonen, die auf asexuelle Weise entstanden sind) mit guter Reproduzierbarkeit und Effektivität virus- und viroidfreie Pflanzen erzeugt werden (Gambino et al., 2009; Gambino et al., 2011). Während der *in vitro*-Differenzierungsschritte von unstrukturierten Kalluszellen über organogenen (= Organ-bildenden) Kallus zu somatischen Embryonen mit erkennbarem Spross- und Wurzelpol wurden Viren und auch Viroide, insbesondere das auch bei Wein auftretende Hop stunt viroid, eliminiert. Unser Endziel war es, wie bei Wein (*Vitis*) über sog. somatische Embryogenese Viroid- und Virus-freien Hopfen zu gewinnen.

Arbeitsprogramm zur Viroid-Eliminierung über somatische Embryogenese

- Kallusinduktion auf Nährmedium mit 3 verschiedenen Phytohormon-Varianten mit 6 verschiedenen Hopfensorten
- Kallus- bzw. Embryoid-Induktion mit und ohne Medienerneuerung nach 4 Wochen
- Entnahmzeitpunkt der Embryoide (kleines, sehr junges bzw. größeres, älteres Stadium) zur Weiterkultivierung
- Weiterkultivierung der Embryoide im Flüssigkultursystem bzw. auf Festmedium in Dosen
- Zeitpunkt für Transfer der sich aus den Embryoiden entwickelnden Pflänzchen aus Flüssigkultur auf Festmedium in Dosen
- Testung der regenerierten Pflänzchen auf Hop Latent Viroid (IPS 2c - Virusdiagnostik)

Erkenntnisse

In Anlehnung an die Arbeiten mit organogenem Kallus bei Hopfen von Batista et al. (2000), Schwekendiek et al. (2009) und Gatica (2012) wurde versucht, aus Spross-Internodien auf Festmedium mit speziellen Phytohormonen bzw. -kombinationen organogenen Kallus zu produzieren, was sehr gut gelang (Abb. 4.4).

Als Ausgangsmaterial wurden Sprossterteile (Internodien ohne Achselknospen) von *in vitro*-Pflänzchen und von im Gewächshaus angezogenen Pflanzen verwendet. Während Batista et al. (2000) und Schwekendiek et al. (2009) herausstellten, dass der Transfer von Kallusgewebe in Flüssigmedium essentiell war, um organogenen Kallus, also Kallus mit erkennbarem Spross- und Wurzelpol zu erzeugen, erfolgte bei uns die Bildung von organogenen Strukturen (Abb. 4.4) und die Weiterentwicklung zu somatischen Embryoiden (Abb. 4.5) bereits auf Festmedium.

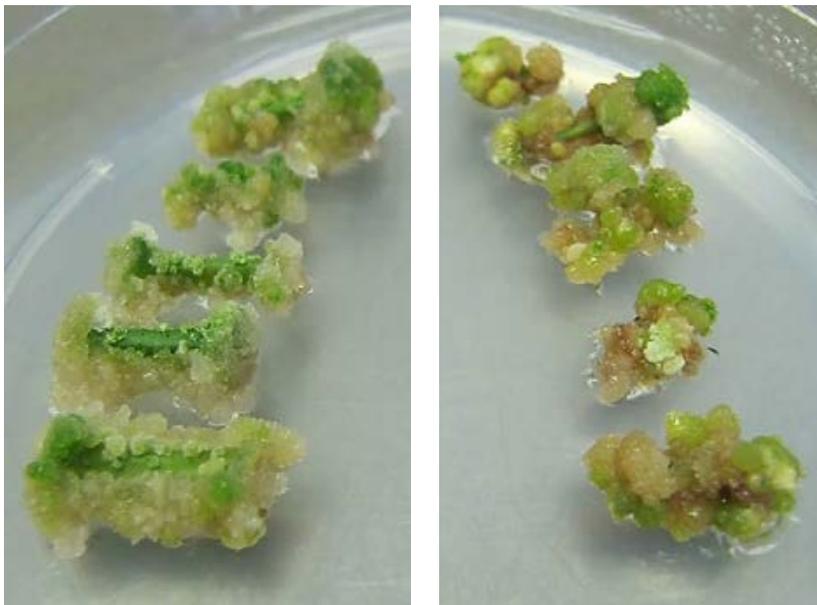


Abb. 4.4: Kallusinduktion nach 5 Wochen ausgehend von Stängelabschnitten mit Gewächshausmaterial (links) und in vitro-Material (rechts)



Abb. 4.5: somatische Embryoide aus organogenem Kallus

Dabei entwickelten sich Embryoide aus *in vitro*-Internodien-Stücken im Vergleich zu den Stängel-Stücken aus dem Gewächshaus deutlich schneller und in höherer Zahl. Der Einfluss des Genotyps war ganz offensichtlich. Die Erneuerung des Induktionsmediums nach vier Wochen wirkte sich bei *in vitro*-Material auf den Differenzierungsprozess eher negativ aus. Bei Gewächshaus-Stängeln war hierzu aufgrund der geringen Zahl induzierter Embryoide keine Aussage möglich. Trotz intensiver Bemühungen ist es nicht gelungen, die Kallusinduktion und insbesondere die Induktion von somatischen Embryoiden aus dem Kallusgewebe des Gewächshausmaterials zu verbessern.

Nach 8 Wochen auf Kallus-Induktionsmedium (2 Medien-Varianten ohne bzw. mit Umsetzen der Internodien-Kalli auf frisches Medium nach 4 Wochen) wurden die sich bildenden Embryoide zur weiteren Regeneration bis zu vollständigen Pflänzchen auf Festmedium oder im Flüssigkultursystem kultiviert. Dabei konnte das Flüssigkultursystem überzeugen: Abhängig vom Genotyp (Vergleich Hallertauer Mfr. und Hüller Bitterer) konnten zwischen 71 - 84 % der kultivierten Embryoide in Flüssigkultur zu Pflänzchen regeneriert werden, auf Festmedium entwickelten sich lediglich 22 - 50 % der Embryoide zu Pflänzchen.

Wie bereits erwähnt, so wurden sowohl bei der Induktion von Embryoiden aus Kallusgewebe wie auch bei der Bildung von Spross-Strukturen deutlich unterschiedliche Reaktionen in Abhängigkeit vom Genotyp festgestellt. Vor dem Hintergrund, dass bei Wein erst im Laufe der Organogenese Viren und Viroide eliminiert wurden, wurden die mit HpLVd infizierten Stängelstücke auf Festmedium kultiviert, bis sich Embryoide zeigten. Erst diese organogenen Strukturen wurden in Flüssigkultur transferiert, weil dann angenommen werden konnte, dass Viroid-Kontaminationen eliminiert waren und sich im Flüssigmilieu nicht mehr ausbreiten konnten und somit nicht-infizierte Teile nicht mehr angesteckt wurden.

Viroid-Status der aus somatischen Embryoiden regenerierten Pflänzchen

Von besonderem Interesse war es zu klären, ob wie bei Wein aus Virus- und Viroid-infiziertem Ausgangsmaterial über die Induktion von Kallusgewebe und nachfolgende Bildung von somatischen Embryoiden und deren Weiterentwicklung zu vollständigen Pflänzchen Viren und auch Viroide eliminiert werden können. Da in unserem Zuchtmaterial kein Hopfenstaucheviroid (= *Hop stunt viroid*) vorkommt, wurde mit der Zielsetzung gearbeitet, die Pflänzchen vom ubiquitär vorkommenden Hopfenlatent-Viroid (HpLVd) zu befreien.

Die Untersuchungsergebnisse von IPS 2c auf HpLVd zeigten leider, dass alle regenerierten Pflänzchen noch mit HpLVd infiziert waren. Daher wurden diese Arbeiten eingestellt. Andererseits konnten neue Erkenntnisse zur Induktion von Embryoiden gewonnen werden.

Referenzen

- Adams, A.N. (1975): Elimination of viruses from the hop (*Humulus lupulus*) by heat and meristem culture. J. Hort. Sci., 50, 151-160.
- Adams, A.N., Barbara, D.J., Morton, A. and Darby, P. (1996): The experimental transmission of Hop latent viroid and its elimination by low temperature treatment and meristem culture. Annals of Applied Biology 128:37-44.
- Batista, D., Ascensão, L., Sousa, M. J. and Pais, M. S. 2000. Adventitious shoot mass production of hop (*Humulus lupulus* L. var. *Eroica*) in liquid medium from organogenic nodule cultures. Plant Science 151, 47-57.
- Gambino, G., Di Matteo, D., Gribaudo, I. (2009): Elimination of Grapevine fanleaf virus from three *Vitis vinifera* cultivars by somatic embryogenesis. Europ. Journal of Plant Pathology. 123(1), 57-60.
- Gambino, G., Navarro, B., Vallania, R., Gribaudo, I. and Di Serio F. (2011): Somatic embryogenesis efficiently eliminates viroid infections from grapevines. Europ. Journal of Plant Pathology 130 (4), 511-519.
- Gatica-Arias, A. (2012): Metabolic engineering of flavonoid biosynthesis in hop (*Humulus lupulus* L.) for enhancing the production of pharmaceutically active secondary metabolites. University of Hohenheim, Dissertation.
- Kremheller, H.T., Ehrmaier, H., Gmelch, F. & Hesse, H. (1989): Production and propagation of virus-free hops in Bavaria. In: Proceedings of the International Workshop on Hop Virus Diseases 1988, Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft, Rauschholzhausen, 131-134.
- Momma, T., and Takahashi, T. (1983): Cytopathology of shoot apical meristem of hop plants infected with hop stunt viroid. Phytopath. Z., 106, 272-280.
- Panattoni, A., Luvisi, A. and Triolo, E. (2013): Review. Elimination of viruses in plants: twenty years of progress. Spanish Journal of Agricultural Research 2013 11(1), 173-188.
- Schwekendiek, A., Hanson, S.T., Crain, M. (2009): A temporary immersion system for the effective shoot regeneration of hop. Acta Hort 848, 149-156.

5 Hopfenbau, Produktionstechnik

LD Johann Portner, Dipl.-Ing. agr.

5.1 N_{min}-Untersuchung 2015

Die Stickstoffdüngung nach DSN (N_{min}) ist ein fester Bestandteil der Düngeplanung in den Hopfenbaubetrieben. 2015 beteiligten sich in den bayerischen Anbaugebieten Hallertau und Spalt 504 Betriebe oder 50 % an der DSN-Untersuchung. Dabei wurden 2848 Hopfengärten auf den N_{min}-Gehalt untersucht und eine Düngeempfehlung erstellt.

In der nachfolgenden Grafik ist die Entwicklung der Zahl der Proben zur N_{min}-Untersuchung zusammengestellt. Der durchschnittliche N_{min}-Gehalt in den bayerischen Hopfengärten war 2015 mit 65 kg N/ha deutlich niedriger als im Vorjahr (80 kg N_{min}/ha). Ursächlich dafür dürften die hohen Erträge des Vorjahres mit höheren Entzügen und der nasse Herbst und Winter gewesen sein, in dem mehr Stickstoff verlagert bzw. ausgewaschen wurde. Die vom N_{min}-Wert abgeleitete Düngeempfehlung für die bayerischen Hopfengärten war folglich höher als im Vorjahr und betrug im Durchschnitt Bayerns 161 kg N/ha. Wie jedes Jahr waren auch wieder größere Schwankungen zwischen den Betrieben und innerhalb der Betriebe zwischen den einzelnen Hopfengärten und Sorten festzustellen. Zur Bestimmung des betrieblichen Düngeoptimums ist daher eine individuelle Untersuchung nach wie vor sinnvoll.

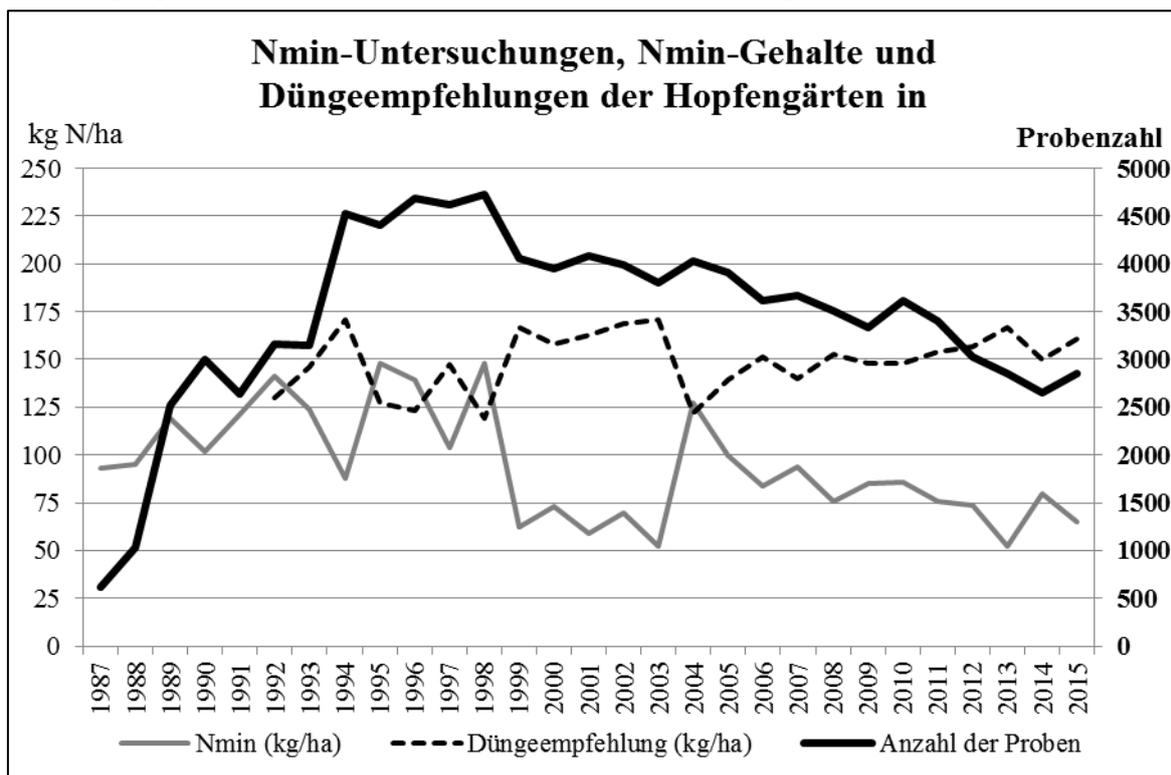


Abb. 5.1: N_{min}-Untersuchungen, N_{min}-Gehalte und Düngeempfehlungen der Hopfengärten in Bayern im Verlauf der Jahre

In der nächsten Tabelle sind für die bayerischen Anbaugebiete auf der Basis der Landkreise die Zahl der untersuchten Hopfengärten, der durchschnittliche N_{min}-Wert sowie die daraus errechnete durchschnittliche Stickstoffdüngempfehlung zusammengestellt. Die Aufstellung zeigt, dass die höchsten N_{min}-Werte mit Abstand im Siegelbezirk Hersbruck zu finden sind, gefolgt von Kinding und Spalt. In der Hallertau sind dieses Jahr die N_{min}-Werte im Landkreis Pfaffenhofen und Freising am niedrigsten.

Tab. 5.1: Zahl, durchschnittliche Nmin-Gehalte und Düngeempfehlungen der Hopfengärten nach Landkreisen bzw. Regionen in Bayern 2015

| Landkreis bzw. Region | Probenzahl | Nmin kg N/ha | Düngeempfehlung kg N/ha |
|-------------------------|-------------|--------------|-------------------------|
| SB Hersbruck | 56 | 107 | 117 |
| Eichstätt (mit Kinding) | 226 | 84 | 155 |
| SB Spalt (ohne Kinding) | 93 | 76 | 140 |
| Landshut | 128 | 69 | 156 |
| Kelheim | 1101 | 66 | 160 |
| Neuburg-Schrobenhausen | 2 | 65 | 195 |
| Freising | 296 | 60 | 164 |
| Pfaffenhofen | 946 | 57 | 167 |
| Bayern | 2848 | 65 | 161 |

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

Tab. 5.2: Zahl, durchschnittliche Nmin-Gehalte und Düngeempfehlung bei verschiedenen Hopfensorten in Bayern 2015

| Sorte | Probenzahl | Nmin kg N/ha | Düngeempfehlung kg N/ha |
|-------------------|-------------|--------------|-------------------------|
| Herkules | 603 | 58 | 178 |
| Mandarina Bavaria | 28 | 51 | 174 |
| Polaris | 11 | 67 | 166 |
| Huell Melon | 14 | 64 | 166 |
| Hallertau Blanc | 11 | 61 | 165 |
| Hall. Magnum | 307 | 61 | 162 |
| Hall. Taurus | 107 | 61 | 161 |
| Opal | 23 | 56 | 160 |
| Nugget | 24 | 71 | 158 |
| Perle | 555 | 66 | 157 |
| Saphir | 74 | 68 | 157 |
| Northern Brewer | 33 | 64 | 155 |
| Hersbrucker Spät | 197 | 69 | 155 |
| Hall. Tradition | 534 | 71 | 155 |
| Spalter Select | 112 | 71 | 153 |
| Hallertauer Mfr. | 142 | 65 | 145 |
| Spalter | 49 | 72 | 136 |
| Sonstige | 24 | 64 | 156 |
| Bayern | 2848 | 65 | 161 |

5.2 Auswirkungen unterschiedlicher Verfahren der Zwischenfruchteinsaat im Hopfen auf den Ertrag, die Bodenfeuchte, die Bodenstruktur und den Regenwurmbesatz

Projektleitung: Johann Portner (IPZ 5a)

Kooperation: Robert Brandhuber (IAB 1a), Roswitha Walter (IAB 1d)

Laufzeit: 2012-2015

Ausgangssituation und Problemstellung

Die Einsaat von Zwischenfrüchten zwischen die Hopfenreihen dient dem Schutz vor Wassererosion und reduziert die Nitratverlagerung und -auswaschung nach der Ernte. Bisher wurden die Zwischenfrüchte überwiegend im Frühsommer nach dem 1. oder 2. Ackern eingesät mit der Folge, dass erosive Niederschlagsereignisse zum Zeitpunkt der Saat bis zur ausreichenden Entwicklung der Zwischenfrucht lokal große Erosionsereignisse verursacht haben.



Abb. 5.2: Bodenerosion nach der Zwischenfruchtsaat im Sommer (Aufnahme 01.07.2011)

Ein weiterer Nachteil der Sommereinsaat ist, dass im gelockerten und frisch eingesäten Boden durch notwendige Pflanzenschutzmaßnahmen Fahrspuren entstehen, in denen sich die Zwischenfrucht schlecht entwickelt und Niederschlagswasser abfließt.



Abb. 5.3: Oberflächenabfluss („run off“) in den Fahrspuren nach der Zwischenfruchtsaat

Aus diesen Gründen haben viele Betriebe auf Herbstbegrünung umgestellt oder säen zusätzlich im Herbst nach der Ernte überwinternde Zwischenfrüchte an. Ziel ist auch die Begrünung der Fahrspuren mit der Absicht, dass der Wasserabfluss („run-off“) reduziert wird und im Frühjahr mehr Pflanzenmasse gebildet wird. Je nach Zeitpunkt und Intensität der Einarbeitung im Frühjahr kann sich somit eine mehr oder weniger starke Mulchabdeckung entwickeln.



Abb. 5.4: Herbstbegrünung im Vergleich zur Sommerbegrünung (jeweils linker Bildrand)



Abb. 5.5: Mulchabdeckung nach der späten Einarbeitung der Herbstsaat im Frühjahr

Versuchsplan

Versuchsfläche/Parzellengröße: je Versuchsglied 2 Reihen bzw. Fahrgassen

Faktoren: 1 = Sommereinsaat
 2 = Herbstsaat (Winterbegrünung)
 3 = ohne Einsaat

Versuchsglieder:

- 1.1. Sommereinsaat; Einarbeitung April; Neuansaat nach dem 2. Ackern
- 1.2. Sommereinsaat; Mulchen, Einarbeitung und Neuansaat im Mai nach dem 1. Ackern
- 1.3. Sommereinsaat; Mulchen Ende Mai/Anfang Juni; Einarbeitung und Neuansaat nach dem 2. Ackern im Juni
- 2.1. Herbstsaat Roggen; Einarbeitung April
- 2.2. Herbstsaat Roggen; Mulchen, Einarbeitung und Neuansaat im Mai nach dem 1. Ackern
- 2.3. Herbstsaat Roggen; Mulchen Ende Mai/Anfang Juni; Einarbeitung und Neuansaat nach dem 2. Ackern

2.4. Herbsteinsaat Roggen; Mulchen Ende Mai/Anfang Juni; keine Einarbeitung und Neuansaat

3.1. ohne Einsaat

Beerntung: 20 Pflanzen aus der mittleren Reihe der Parzelle mit 3 unechten Wiederholungen hintereinander

| 1.1. | 1.2. | 1.3. | 2.1. | 2.2. | 2.3. | 2.4. | 3.1. |
|--|--|---|---|---|--|--|---------------------|
| Sommereinsaat; Einarbeitung April; Neuansaat nach dem 2. Ackern (Roggen) | Sommereinsaat; Mulchen, Einarbeitung und Neuansaat im Mai nach dem 1. Ackern | Sommereinsaat; Mulchen Ende Mai/Anfang Juni; Einarbeitung und Neuansaat nach dem 2. Ackern im Juni | Herbsteinsaat Roggen; Einarbeitung April | Herbsteinsaat Roggen; Mulchen, Einarbeitung und Neuansaat im Mai nach dem 1. Ackern (Hafer od. Ölrrettich) | Herbsteinsaat Roggen; Mulchen Ende Mai/Anfang Juni; Einarbeitung und Neuansaat nach dem 2. Ackern (Hafer od. Ölrrettich) | Herbsteinsaat Roggen; Mulchen Ende Mai/Anfang Juni; keine Einarbeitung und Neuansaat | ohne Einsaat |

Abb. 5.6: Versuchsanordnung mit Variantenbeschreibung

5.2.1 Variation des Einsaat- und Einarbeitungszeitpunkts der Zwischenfrucht

Ziel und Methode

Durch die Variation des Einsaat- und Einarbeitungszeitpunktes der Zwischenfrucht im Vergleich zur Parzelle ohne Einsaat soll das Ausmaß des Wasserabflusses und somit der Erosion beobachtet und anhand der Ertragsermittlung etwaige Einflüsse auf das Pflanzenwachstum aufgrund von Wasser- oder Nährstoffkonkurrenz aufgezeigt werden.

Die Sommereinsaat orientierte sich am optimalen Zeitpunkt für das 1. und 2. Ackern und am bisher spätesten KuLaP-Einsattermin 30. Juni. So wurde in den Versuchsjahren 2012-2015 die Sommereinsaat nach dem 1. Ackern zwischen dem 21. Mai und 8. Juni mit Roggen bzw. Triticale (Var. 1.2) oder Ölrrettich/Senf/Raps bzw. Hafer (Var. 2.2) und nach dem 2. Ackern zwischen dem 17. – 29. Juni mit Roggen bzw. Triticale (Var. 1.1 u. 1.3) oder Ölrrettich/Raps bzw. Hafer (Var. 2.3) vorgenommen. Die Herbsteinsaat mit Roggen bzw. Triticale wurde nach der Ernte von Ende September bis Anfang Oktober in den 2.1 - 2.4 durchgeführt. In Var. 3.1 erfolgte keine Zwischenfruchteinsaat. Zur Beseitigung des Unkrautbewuchses und zur Einebnung (zweimal Ackern) wurde in dieser Parzelle in der Zeit von April bis Juni 4 mal eine Bodenbearbeitung durchgeführt.

Die Einarbeitung der Zwischenfruchtansaat im Frühjahr erfolgte praxisüblich im April vor dem Ausputzen und Anleiten mit Kurzgrubber und Kreiselegge (Var. 1.1 u. 2.1) oder später nach vorausgehendem Mulchen kurz vor der Neuansaat (1. Ackern, Var. 1.2 u. 2.2) oder erst Anfang bis Mitte Juni (Var. 1.3, 2.3 u. 2.4). Die Var. 2.4 erfuhr dabei die geringste Bearbeitung. Hier wurde die Herbsteinsaat spät gemulcht, der Hopfen einmal geackert und keine weitere Bodenbearbeitung mehr bis zur Neuansaat im Herbst durchgeführt.

Ergebnisse

Bodenerosion und Wasserabfluss („run off“)

Der Wasserabfluss zwischen den Hopfenreihen und die damit einhergehende Bodenerosion wurde nicht quantitativ erfasst, sondern anhand der Bodensedimente insbesondere in den Fahrspuren am Hangfuß qualitativ beurteilt. So wurde über die Jahre hinweg die geringste Bodenerosion in der Var. 2.4 beobachtet, wo nach dem einmaligen Ackern der hochgewachsene Roggen- oder Triticalebestand seitlich auf den Bifang gemulcht wurde, zudem keine Bodenbearbeitung während der Vegetation durchgeführt wurde und die Getreidestoppeln bzw. der Unkrautbewuchs den Wasserabfluss und die Bodenerosion weitestgehend verhindert haben.

Der größte Wasserabfluss und die meiste Bodenerosion konnte erwartungsgemäß in der Parzelle 3.1 (ohne Einsaat) beobachtet werden.



Abb. 5.7: Variante 2.4 (links) ohne Erosion und 3.1 (rechts) mit Bodenerosion (12.07.2012)

Weiterhin war zu beobachten, dass in den Parzellen mit Herbstesaat mehr Pflanzenmasse heranwuchs und nach der Einarbeitung mehr Mulchmaterial die Bodenoberfläche bedeckte als in den Varianten 1.1 – 1.3 mit Sommereinsaat.

Je später der Einarbeitungszeitpunkt, desto mehr Pflanzenmasse wuchs heran und mehr Mulchabdeckung war zu finden.



Abb. 5.8: Mulchabdeckung in Variante 2.1 (links, 1 %), in Var. 2.2 (mitte, 7 %) und Var. 2.3 (rechts, mehr als 50 % nach Einarbeitung am gleichen Tag (07.06.2015))

Ertrag und Alphasäuregehalt

Bei der Betrachtung der Erträge und Alphasäuregehalte ist zu beachten, dass die Einzelergebnisse in den 8 Varianten auf unechten Wiederholungen beruhen, statistisch daher nicht korrekt sind und eher als Überblick dienen. Außerdem wurden im Jahr 2012 nicht alle Parzellen beerntet und 2013 keine Alphaeinzelerhebungen in den Wiederholungen durchgeführt, so dass eine Verrechnung aller Parzellen über alle Jahre erschwert ist.

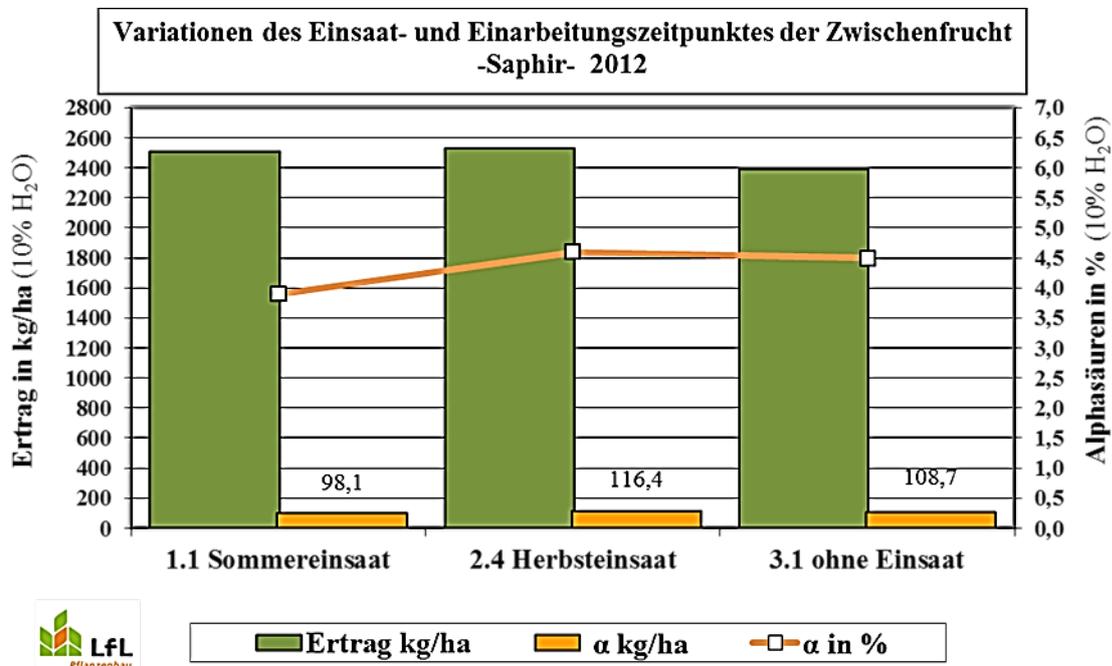


Abb. 5.9: Durchschnittlicher Ertrag, Alphasäuregehalt und Alphasäureertrag pro ha ausgewählter Varianten in 2012

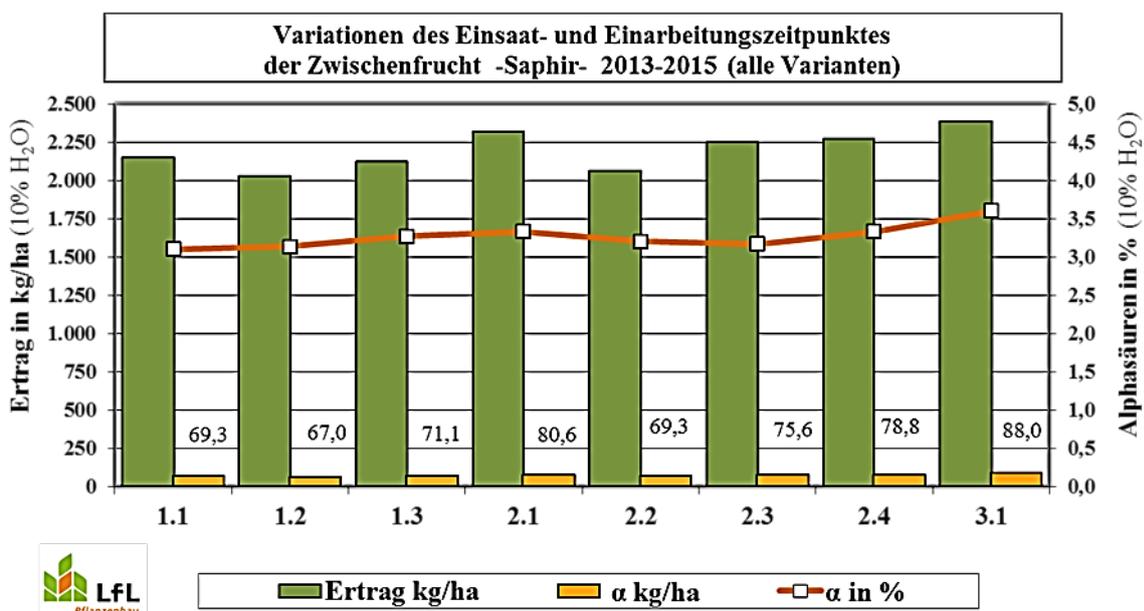


Abb. 5.10: Durchschnittlicher Ertrag, Alphasäuregehalt und Alphasäureertrag pro ha über alle Varianten 2013-2015

Obwohl statistisch betrachtet keine Unterschiede im Ertrag und Alphasäuregehalt zwischen den Varianten bestehen, fallen die tendenziell niedrigen Erträge in den Var. 1.2 u. 2.2 auf.

Hier wurde nur einmal geackert und die Sommereinsaat früh vorgenommen. Die Zwischenfrucht hat hier bis zur Hopfenernte noch viel Masse gebildet und könnte mit dem Hopfen um Wasser und Nährstoffe konkurriert haben. In den Varianten ohne Zwischenfruchteinsaat im Sommer (2.1 u. 3.1) wurden dagegen die höchsten Erträge ermittelt, insbesondere in den Trockenjahren 2013 und 2015.

Unterlegen war diese Varianten aber in den Jahren mit mehr Sommerniederschlägen (2012 und 2014), wo sich der Wasserabfluss und somit der geringere Wasservorrat im Vergleich zu den Varianten 2.3 u. 2.4 (ohne erkennbaren Abfluss) im Ertrag bemerkbar machte. Die Varianten 2.3 u. 2.4 stellen somit den besten Kompromiss bzgl. Erosionsschutz und Erzielung optimaler Erträge statt. Bei Variante 2.3 ist zu überlegen, ob eine zusätzliche Sommereinsaat durchgeführt werden muss oder das verbleibende Mulchmaterial nach flacher Einarbeitung mit dem sich entwickelnden natürlichen Unkrautbewuchs ausreichend ist, bis nach der Ernte wieder die Herbstsaat vorgenommen wird.

5.2.2 Wirkung der Zwischenfrucht auf den Regenwurmbesatz

Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz (IAB)

Leitung des Teilprojekts: Roswitha Walter (IAB 1d)

Projektbearbeitung: Finn Beyer (IAB 1d), Elke Fischer (IPZ 5a), Maria Lutz (IPZ 5a), Roswitha Walter (IAB 1d), Josefa Weinfurtner (IAB 1d)

Kooperation: Johann Portner (IPZ 5a), Robert Brandhuber (IAB 1a)

Laufzeit: 2014-2015

Ziel

Die vielseitigen Leistungen der Regenwürmer tragen wesentlich zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit bei. Ihre Grabtätigkeit fördert den Aufbau eines stabilen Bodengefüges und schafft ein luft- und wasserführendes Porensystem im Boden, welches das Eindringen von Niederschlägen in den Boden (Infiltration) begünstigt und somit zur Minderung des Oberflächenabflusses und der Bodenerosion beiträgt. Durch die Zersetzung und Einmischung von organischer Substanz in den Boden tragen Regenwürmer auch positiv zur Nährstoffnachlieferung bei. Ziel der Untersuchung war es den Einfluss eines Zwischenfruchtanbaus im Hopfengarten auf die Siedlungsdichte, Biomasse und Artenzusammensetzung der Regenwürmer zu erfassen.

Methode

Die quantitativen und qualitativen Untersuchungen zum Regenwurmbesatz wurden in den Varianten 2.3 und 2.4 durchgeführt, wo Roggen als Zwischenfrucht im Herbst eingesät und im Frühjahr erst spät am 5. Juni 2014 gemulcht wurde. Während in 2.3 die Zwischenfrucht vor dem 2. Ackern Mitte Juni umgebrochen und neu am 17. Juni mit Hafer eingesät wurde, erfolgte in 2.4 nach dem Mulchen am 5. Juni keine weitere Bearbeitung. Als Vergleich diente die Variante 3.1 ohne Einsaat einer Zwischenfrucht, wo zweimal geackert wurde und im Zeitraum April bis Juni 2014 vier Bodenbearbeitungsmaßnahmen zwischen den Reihen erfolgten. Die Regenwurmprobenahme erfolgte am 18.09.2014 zwei Jahre nach Versuchsbeginn mit jeweils 8 Stichproben je Variante, wovon vier auf dem Bifang (Bifa) und vier in der Fahrgasse mittig zwischen den Fahrspuren platziert wurden (s. Abb. 5.11). Je Stichprobe fand zuerst eine Austreibung der Regenwürmer durch eine stark verdünnte 0,2 prozentige Formaldehydlösung statt, die verteilt auf zwei Gaben (insgesamt 40 l/m²) auf eine 0,5 Quadratmeter große Probefläche aufgegossen wurde.

Nach jeder Gabe erfolgte ein Aufsammeln der Würmer von mindestens 15 Minuten Dauer. Danach wurde ein Teil der Probestelle (1/10 m²) zirka 30 cm tief ausgegraben und das Bodenmaterial von Hand zerkrümelnd und auf Regenwürmer durchsucht.



Abb. 5.11: Regenwurmprobenahme im September 2014 im Zwischenfruchtversuch in Aiglsbach; links: Lage der Probestellen (Bifang und Weg mittig zwischen den Fahrspuren); rechts: Erfassung der Regenwürmer

Ergebnisse

Die Begrünung durch eine Zwischenfrucht im Hopfengarten wirkte sich deutlich positiv auf die Regenwürmer aus. Dies zeigte sich in stark erhöhten Bestandswerten (Abb. 5.12). So wurden mit Zwischenfruchtanbau im Mittel doppelt so viele Individuen und eine fast 4-fach höhere Biomasse der Regenwürmer als ohne Einsaat einer Zwischenfrucht nachgewiesen. Unterschiede zwischen den beiden Zwischenfruchtvarianten (nur Mulchen bzw. Einarbeiten und neu Ansäen) waren im Gesamtregenwurmbestand nicht feststellbar. Bezogen auf die Bifänge wirkte sich allerdings die Mulchvariante (2.4) etwas günstiger auf den Regenwurmbestand aus (Tab. 5.3). Große Unterschiede in der Siedlungsdichte und Biomasse der Regenwürmer wurden zwischen Fahrgassenmitte und den Bifängen nachgewiesen. Dabei war die Mitte der Fahrgasse insbesondere in den beiden Zwischenfruchtvarianten im Mittel deutlich stärker besiedelt als die Bifänge.

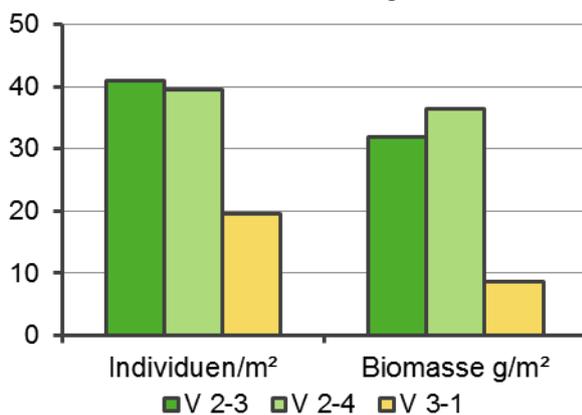


Abb. 5.12: Regenwurmbestand im Hopfengarten im September 2014 mit (2.3 u. 2.4) und ohne (3.1) Zwischenfruchtanbau am Versuchsstandort Aiglsbach in der Hallertau (Mittelwerte, n=8 je Variante)

Die tiefgrabende Art *Lumbricus terrestris* (Tauwurm) dominierte in allen Varianten. Besonders stark betraf dies die Regenwurmbiomasse. Obwohl alle drei Lebensformen der Regenwürmer nachgewiesen wurden, war dennoch die Artenvielfalt im Vergleich zum Nutzungstyp Acker gering. Dies trifft vor allem für die flachgrabenden Mineralschichtbewohner (endogäische Lebensform) zu, für die kein Nachweis auf den Bifängen erbracht werden konnte.

Tab. 5.3: Durchschnittliche Individuendichte und Biomasse der Regenwürmer mit (2.3 u. 2.4) und ohne Zwischenfruchtanbau (3.1), jeweils für die Bifänge (Bifa, n=4) und in der Fahrgasse mittig zwischen der Fahrspur (Weg, n=4) im September 2014 in Aiglsbach

| | Individuen/m ² | | | | | | Biomasse g/m ² | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------|-------------|-----------|-----------|------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| | V 2-3 | | V 2-4 | | V 3-1 | | V 2-3 | | V 2-4 | | V 3-1 | |
| | Bifa | Weg | Bifa | Weg | Bifa | Weg | Bifa | Weg | Bifa | Weg | Bifa | Weg |
| Juvenile Tiere | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lumbricus spec</i> | 5,5 | 10,5 | 3 | 22 | 8,5 | 18,5 | 1,9 | 13,3 | 1,9 | 12,4 | 9,4 | 4,2 |
| Sonstige juvenile | 0 | 10 | 0 | 12,5 | 0,5 | 2,5 | 0 | 0,3 | 0 | 0,5 | 0,01 | 0,07 |
| Adulte Tiere | | | | | | | | | | | | |
| <i>D. rubidus</i> (epigäisch) | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 |
| <i>P. tuberculatus</i> (endogäisch) | 0 | 40 | 0 | 17,5 | 0 | 7,5 | 0 | 2,1 | 0 | 1,07 | 0 | 0,4 |
| <i>L. terrestris</i> (anezisch) | 4 | 12 | 9 | 12 | 0,5 | 1 | 12,8 | 33,6 | 24,2 | 32,3 | 1,3 | 1,8 |
| Gesamt | 9,5 | 72,5 | 15 | 64 | 9,5 | 24,5 | 14,7 | 49,3 | 26,3 | 46,3 | 10,7 | 6,4 |

Lebensformen der Regenwürmer: **epigäisch**: streubewohnende Arten; **endogäisch**: Mineralschichtbewohner, horizontal und meist flachgrabende Arten; **anezisch**: tiefgrabende Arten

Fazit

Der Anbau einer Zwischenfrucht im Hopfengarten steigert wahrscheinlich durch ein verbessertes Nahrungsangebot und die permanentere Bodenbedeckung den Regenwurmbestand. Dies fördert die biologische Aktivität im Boden und die luft- und wasserführenden Regenwurmröhren wirken als Dränagen positiv auf die Infiltration und den Erosionsschutz. Ein Zwischenfruchtanbau im Hopfengarten ist in jedem Fall zu empfehlen.

5.2.3 Bodenwassergehalt und Aggregatstabilität

Methode

Die Messung des **Eindringwiderstandes** erfolgte mithilfe eines Penetrologgers vor der Hopfernte am 18.08.2014. Dabei wird der aufgewendete Druck zentimeterweise erfasst und gespeichert. Für die Messung wurde ein Konus mit einer Oberfläche von 1 cm² und eine Spitze von 60° verwendet. Pro Variante sind 5 Messungen von 0 bis 60 cm Tiefe durchgeführt worden.

Zur Bestimmung des **Bodenwassergehalts** wurden mit einem Bohrstock Bodenproben in den Schichten 0 – 30 cm und 30 – 60 cm mit jeweils 3 Wiederholungen gezogen. Anschließend wurde im Labor der Bodenwassergehalt ermittelt. Zuerst wurde das Frischgewicht festgestellt und dann die Probe bei 105 °C bis zur Gewichtskonstante getrocknet. Der Wassergehalt errechnet sich wie folgt:

$$\frac{\text{Frischgewicht} - \text{Trockengewicht}}{\text{Trockengewicht}} \times 100 = \text{Wassergehalt in \%}$$

Zur Bestimmung der **Aggregatstabilität** wurden mit Probenstechern Bodenprobe in 0 – 10 cm Tiefe von den Varianten 2.3, 2.4 und 3.1 gezogen. Die Mischproben werden im Labor auf 1 – 2 mm gesiebt und nach der DIN 19683-16 auf Aggregatstabilität untersucht.

Ergebnisse

Die Messungen zeigen, dass der **Eindringwiderstand** mit der Tiefe zunimmt (Abb. 5.13). Der Druckverlauf zwischen den Varianten 2.3 und 2.4 zeigt keinen Unterschied bis in 60 cm Tiefe und nur eine geringe Druckerhöhung von 0,5 MPH auf 1,5 MPH. In Variante 3.1 war ein Anstieg zwischen 22 cm und 26 cm zu erkennen, was auf einen Bearbeitungshorizont hinweist. Von 33 bis 60 cm stieg der Eindringwiderstand in Var. 3.1 von 1,8 MPH auf 3,5 MPH an. Dabei zeigte sich, dass die Bodenfeuchte zwischen der Fahrspur auf der Variante 3.1 in einer Tiefe von 30 – 60 cm mit 15,6 % den niedrigsten Wert aufweist, gefolgt von Variante 2.3 (17 %) und 2.4 (18,6 %). Zwischen Variante 3.1 und 2.3 waren 1,5 % Unterschied in der Bodenfeuchte und ein deutlicher Unterschied in der Eindringwiderstandskurve. Ein ähnlicher Feuchteunterschied war zwischen den Varianten 2.3 und 2.4 mit 1,6 %, aber die Eindringwiderstandskurve war annähernd gleich. Darum kann der Feuchteunterschied nicht der alleinige Grund für den höheren Eindringwiderstand in der Variante 3.1 sein. Da die Regenwurmtätigkeit in Var. 3.1 geringer und aufgrund fehlender Zwischenfrüchte der Untergrund weniger durchwurzelt war, ist zu vermuten, dass dies zu einer dichteren Lagerung des Unterbodens über die Versuchsdauer geführt haben könnte.

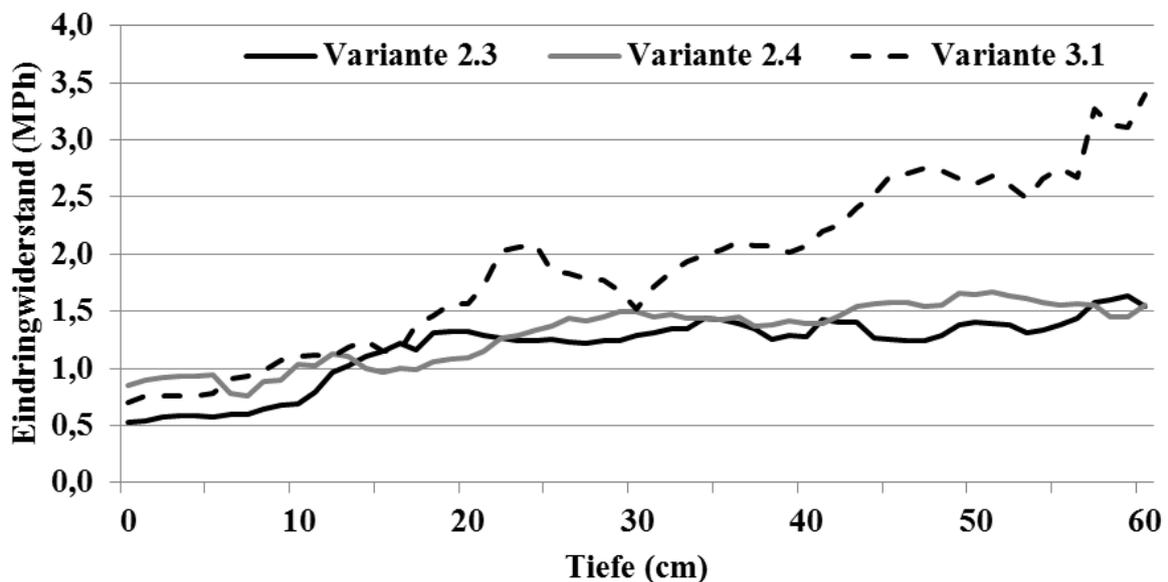


Abb. 5.13: Eindringwiderstand (MPH) am 18.08.2014 in den Varianten 2.3, 2.4 und 3.1 von 0 – 60 cm Tiefe, zwischen der Fahrspur gemessen

Ab Beginn der Trockenperiode in 2015 wurde von Juli bis zur Ernte der **Bodenwassergehalt** im 14 tägigen Abstand gemessen. Dieser wird hauptsächlich vom Wasserbedarf der Kultur (Hopfen und Zwischenfrucht), den Niederschlägen und vom Infiltrationsvermögen des Bodens beeinflusst. Die Niederschlagsdaten stammen von der Wetterstation Stadelhof. In den folgenden Abbildungen ist der Verlauf der Wassergehalte im Ober- und Unterboden für ausgewählte Varianten dargestellt. Auffällig ist, dass der Bodenwassergehalt in der Variante ohne Zwischenfruchteinsaat zu Beginn der Messperiode höher ist und zur Ernte hin abfällt. Gründe dafür könnten sein, dass die Zwischenfrüchte dem Boden mehr Wasser entzogen haben. Die niedrigen Gehalte in 3.1 zur Ernte hin könnten auf den erhöhten Oberflächenabfluss oder einen höheren Wasserverbrauch der Kultur zurückzuführen sein.

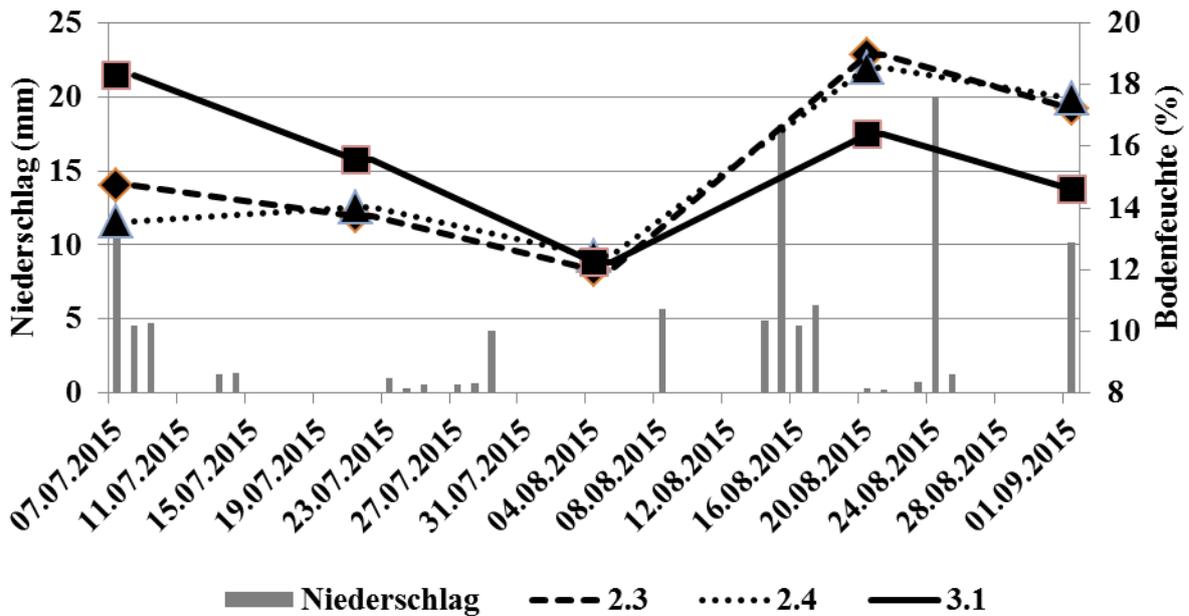


Abb. 5.14: Entwicklung der Bodenfeuchte in den einzelnen Varianten in 0 -30 cm Tiefe, mit dem Niederschlag der Wetterstation Stadelhof; Zeitraum 07.07.bis 01.09.2015

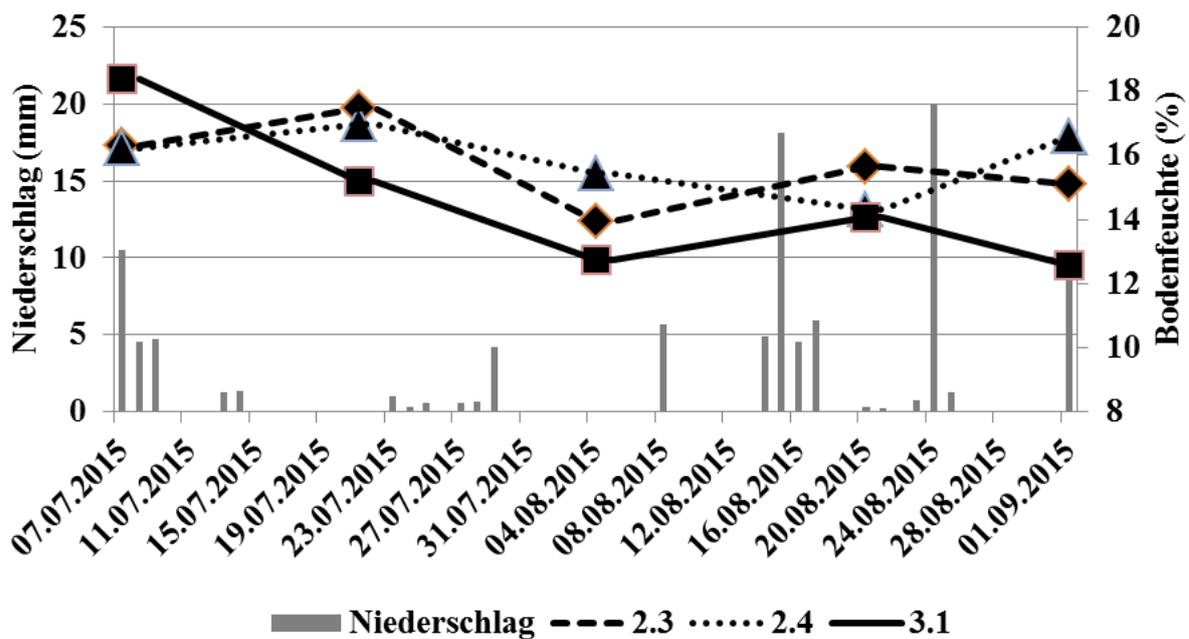


Abb. 5.15: Entwicklung der Bodenfeuchte in den einzelnen Varianten in 30 - 60 cm Tiefe, mit dem Niederschlag der Wetterstation Stadelhof; Zeitraum 07.07.bis 01.09.2015

Die verschiedenen Zwischenfruchtsysteme wirken sich unterschiedlich auf die Stabilität der einzelnen Aggregate aus (Abb.). So sinkt die **Aggregatstabilität** zwischen der Fahrspur von 22 % (Variante 2.3) auf 19 % (Variante 2.4) und 16 % in Variante 3.1. Der gleiche Rückgang zeigte sich auf dem Bifang: Variante 2.3 15 %, Variante 2.4 12 % und Variante 3.1 9 %. Auf der Fahrspur sind die Varianten 2.3 und 2.4 mit 9,7 % und 9,5 % gleich, und nur die Variante 3.1 fällt auf 6 % ab.

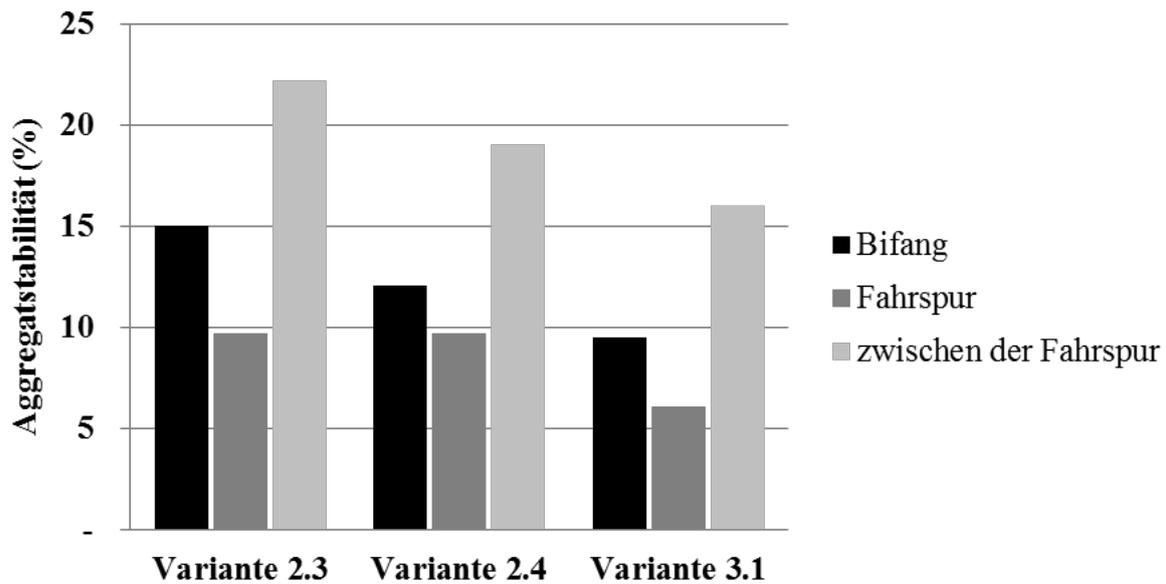


Abb. 5.16: Aggregatstabilität am 18.08.2014 in den Varianten 2.3, 2.4 und 3.1 jeweils auf Bifang, Fahrspur und zwischen der Fahrspur.

Da die Aggregatstabilität stark von der biologischen Aktivität im Boden („Lebendverbauung“) und diese wiederum vom Angebot an organischer Pflanzenmasse beeinflusst ist, war der Rückgang der Aggregatstabilität in der Variante 3.1 (ohne Zwischenfrucht) messbar und deutlich zu erkennen. Weniger stabile Aggregate erhöhen aber die Erosionsanfälligkeit des Bodens und führten in dem Versuch bei Var. 3.1 zu größeren Bodenabschwemmungen.

5.2.4 Diskussion und Folgerungen für die Praxis

Je mehr Zwischenfruchtmasse heranwächst und je später die Einarbeitung erfolgt, desto eher kann der Wasserabfluss und die Bodenerosion vermindert werden. Trotzdem besteht die Gefahr, dass auch nach einer späten Einarbeitung und Bodenbearbeitung Wasserabfluss und Erosion in den Fahrspuren, die aufgrund notwendiger Pflanzenschutzmaßnahmen auf dem gelockerten Boden neu gebildet werden, stattfindet. Wer dies verhindern und den Hopfen jederzeit befahren will, sollte im Sommer nach dem Ackern und Mulchen der Zwischenfrucht keine weitere oder nur eine grobe Bodenbearbeitung durchführen. Ansonsten haben die Beobachtungen gezeigt, dass neben dem Grad der Mulchbedeckung v.a. Zeitpunkt, Menge und Intensität der Niederschläge den größten Einfluss auf den Wasserabfluss und die Erosion haben. Tendenziell sind somit spätere Einarbeitungszeitpunkte (Ende Mai bis Mitte Juni) besser, weil mehr Mulchmaterial gebildet wird und an der Oberfläche verbleibt. Frühe Zwischenfruchteinsaat nach dem ersten Ackern bergen die Gefahr, dass erosive Niederschlagsereignisse aufgrund des wenigen Mulchmaterials größere Schäden anrichten oder die Zwischenfrucht aufgrund der Massebildung im Sommer eine Wasser- und Nährstoffkonkurrenz für den Hopfen darstellt; denn tendenziell hatten die Var. 1.2 und 2.2 etwas geringere Erträge.

Die Untersuchungen zum Regenwurmbesatz zeigten, dass durch die Einsaat einer Zwischenfrucht im Hopfengarten durch das verbesserte Nahrungsangebot und die permanentere Bodenbedeckung der Regenwurmbestand deutlich gesteigert werden kann. Dies fördert zudem die biologische Aktivität im Boden und die luft- und wasserführenden Regenwurmröhren wirken als Dränagen positiv auf die Infiltration und den Erosionsschutz. Zur Förderung des Bodenlebens ist ein Zwischenfruchtanbau im Hopfengarten in jedem Fall zu empfehlen.

In einem engen Zusammenhang zum Angebot an organischer Pflanzenmasse und der biologischen Aktivität im Boden („Lebendverbauung“) steht die Aggregatstabilität. Hier war ein Rückgang in der Variante 3.1 (ohne Zwischenfrucht) messbar und deutlich zu erkennen. Weniger stabile Aggregate erhöhen aber die Erosionsanfälligkeit des Bodens und führten in dem Versuch zu größeren Bodenabschwemmungen, der aus umweltpolitischen Gründen in einer Reihenkultur wie Hopfen auf die Dauer nicht hinnehmbar ist.

Zur Vermeidung von Wasserabfluss und Bodenerosion sowie zur Erhaltung und Förderung der Bodenfruchtbarkeit ist die Zwischenfruchteinsaat zwischen die Hopfenreihen daher unverzichtbar.

5.3 Modellvorhaben Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz – Teilprojekt Hopfenbau; Leimschäden an Hopfen bei der Spinnmilbenbekämpfung

5.3.1 Zielsetzung

Im Jahr 2015 wurde auf drei von fünf Demonstrationsbetrieben ein Anstrich mit Insektenleim angewandt, um einem Befall mit der Gemeinen Spinnmilbe vorbeugen zu können.

Im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes bei der Bekämpfung der Gemeinen Spinnmilbe wurde in der Vergangenheit an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft ein Anstrich der Hopfenreben mit Insektenleim entwickelt und erprobt.

Pflanzenschäden wurden sowohl in der Entwicklungsphase als auch im späteren Praxiseinsatz im Ökohopfenanbau nie beobachtet. Diese Maßnahme wurde deshalb auch schon im Jahr 2014 auf einem Demonstrationsbetrieb in der Sorte Hallertauer Mittelfrüher mit Erfolg eingesetzt. Der Schlag musste mit keinem Akarizid behandelt werden, denn die Bekämpfungsschwelle wurde nicht überschritten.

5.3.2 Methode

Unter Anleitung und Mitwirkung der Projektbetreuung hat der Betrieb Weingart im Jahr 2015 einen Leim-Anstrich auf 1,4 ha seiner Sorte `Hallertauer Mittelfrüher` angebracht. Auf demselben Schlag strich er im Vorjahr schon 0,311 ha an. In der Saison 2015 führten ebenso die Betriebe Moser (0,17 ha bei der Sorte `Herkules`) sowie Obster (0,249 ha bei der Sorte `Herkules` und 0,288 ha bei der Sorte `Hallertauer Tradition`) unter Anleitung einen Leim-Anstrich auf Teilflächen ihrer Schläge durch.

Alle Betriebe entlaubten die jeweiligen Flächen Anfang Juni 2015 per Hand, sodass die Reben bis zu einer Höhe von 1,5 m frei von Blättern und Stielen waren. Daraufhin pinselten die Betriebsleiter an jede Rebe einen 20 cm breiten Leimring unterhalb des ersten Blattpaares (siehe Abb. 5.17). Dies erfolgte auf allen drei Betrieben in den ersten beiden Juniwochen 2015.



Abb. 5.17: (links): Bartholomäus Obster bringt am 01.06.2015 bei der Sorte Hallertauer Tradition den Leim-Anstrich an; Abb. 5.18: (rechts): mit Leim behandelte Rebe der Sorte Hallertauer Tradition (Betrieb Obster) am 24.06.2015, noch keine Schäden erkennbar.

5.3.3 Ergebnisse

Von Anfang Juni 2015 bis Mitte August 2015 waren keine Veränderungen an den Leimstellen oder den Reben zu sehen. Der Leim zeigte seine Wirkung, denn es blieben etliche Insekten an ihm haften (siehe Abb. 5.18).

Ab der zweiten Augushälfte allerdings sind auf allen behandelten Schlägen innerhalb weniger Tage Schäden erkennbar gewesen, die sich zudem noch verstärkt haben. Sie zeigten sich als Verbräunungen und Einschnürungen an den bestrichenen Stellen mit einer Vermorschung des Gewebes (siehe Abb. 5.19). Die Folge war ein unzureichender Wassertransport in die oberen Pflanzenteile und ein Vertrocknen der Reben. Als Ursache wird der extrem heiße Sommer (30 Hitzetage mit $> 30\text{ °C}$) vermutet, der erstmals eine negative Auswirkung des Leims auf die Pflanze zur Folge hatte.

Zwar konnte auf zwei der mit Leim-Anstrich versehenen Flächen eine Akarizid-Behandlung gegen die Spinnmilbe eingespart werden. Im Vergleich zum unbehandelten (siehe Abb. 5.20) Bereich des Schlages wurde die Bekämpfungsschwelle dort nicht überschritten, doch waren die Schäden durch den Leim sehr hoch. Der Temmen-Insektenleim wies bis zur Ernte eine immer noch extrem klebrige Wirkung auf.



Abb. 5.19: (links): Leimschaden an der Sorte Hallertauer Tradition (Betrieb Obster) am 12.08.2015; Abb. 5.20: (rechts): ohne Leim behandelte Reben der Sorte Herkules (Betrieb Obster) am 30.08.2015

Da 2015 nur Teilflächen bei 3 Demonstrationsbetrieben mit Leim behandelt wurden, hielt sich der Ertragsausfall in Grenzen. Folgende Anzahl total geschädigter Reben wurde vor der Ernte bei den Betrieben bonitiert:

Tab. 5.4: Anzahl durch Leim geschädigter Reben

| Betrieb | Feldstück | Sorte | Anzahl mit Leim bestrichener Reben gesamt | Anzahl geschädigter Reben | Anzahl geschädigter Reben in % |
|----------|-------------|-------|---|---------------------------|--------------------------------|
| Weingart | Lerchenfeld | HA | 6 562 | 264 | 4 |
| Moser | Trünelanger | HS | 728 | 451 | 62 |
| Obster | Berchert | HS | 904 | 394 | 44 |
| | Grünbrunn | HT | 1 076 | 288 | 27 |

5.4 Testung von Infrarot-Sensoren zur Messung und Dokumentation der Doldenoberflächentemperatur bei der Hopfentrocknung

Ausgangssituation

Bei einem hygroskopischen Produkt wie Hopfen gliedert sich der Trocknungsverlauf in 3 Trocknungsabschnitte. Im ersten Trocknungsabschnitt erfolgt der Wasserentzug überwiegend durch Verdunstung an der Doldenoberfläche. Für eine hohe Trocknungsleistung und Erhaltung der äußeren Qualität ist hier eine ausreichende Luftgeschwindigkeit erforderlich. Im 2. Trocknungsabschnitt kommt es zu einem Temperaturanstieg innerhalb der Dolde. Die Verdunstung verlagert sich in die Dolde.

In diesem Trocknungsabschnitt kann durch höhere Trocknungstemperaturen die Trocknungsgeschwindigkeit erheblich gesteigert werden. Denn solange noch nicht ausreichend Wasser durch die Trocknungsluft aus der Dolde entzogen wurde, ist die Doldenoberflächentemperatur durch die Kühlwirkung niedriger als die Trocknungstemperatur. Im 3. Trocknungsabschnitt wird das physikalisch gebundene Wasser entzogen. Hier erfolgt die Verdunstung solange bis sich die Gleichgewichtsfeuchte eingestellt hat. Durch zu hohe Temperaturen kann hier der Hopfen sehr schnell übertrocknet und somit die Qualität gemindert werden. Deshalb sollte in diesem Trocknungsabschnitt die Trocknungstemperatur wieder reduziert werden. In neueren Regelungen von Hordendarren ist es bereits möglich für diese definierten Trocknungsabschnitte die Trocknungstemperaturen in °C und die entsprechende Luftleistung in m/s bzw. die Gebläseleistung in % vorzugeben.

Zielsetzung

Bisher wurde die Produktoberflächentemperatur bei der Hopfentrocknung in der Praxis kaum berücksichtigt. In Kleintrocknungsversuchen und bei Versuchen zur Optimierung der Bandtrocknung konnten bereits vielversprechende Ergebnisse beim Messen der Temperatur an der Doldenoberfläche mit Infrarot-Sensoren während der Trocknung erzielt werden. Deshalb wurde dieses Messverfahren während der Ernte 2015 in mehreren Hordendarren getestet. Dabei sollte einerseits der Zusammenhang von Trocknungstemperatur und Doldentemperatur aufgezeigt werden, andererseits sollte erforscht werden, inwieweit über die Temperatur an der Doldenoberfläche ein optimales Verhältnis aus Temperatur und Luftgeschwindigkeit eingestellt werden kann.

Methode

In einer Praxisdarre mit einer Darrfläche von 46 m² wurden in der Aufschütthorde, Mittelhorde und im Schubler jeweils Infrarot-Sensoren zum Messen der Doldenoberflächentemperatur eingebaut. Da sich die Dolden während der Trocknung von außen nach innen erwärmen, ist die Temperatur an der Doldenoberfläche stets am höchsten. Über eine dazugehörige Software konnten die Temperaturverläufe beobachtet und dokumentiert werden.

Bei einer Schütthöhe von 25 cm wurde im ersten Trocknungsabschnitt mit 65 °C, im zweiten Trocknungsabschnitt mit 69 °C und im dritten Trocknungsabschnitt mit 63 °C getrocknet. In den ersten beiden Trocknungsabschnitten betrug die durchschnittliche Luftgeschwindigkeit 0,45 m/s. Im dritten Trocknungsabschnitt wurde die Luftgeschwindigkeit auf 0,3 m/s reduziert. Diese Einstellungen ermöglichten einen regelmäßigen Beschickungsrythmus. Die Trocknungsdauer betrug vom Befüllen der Aufschütthorde bis zum Entleeren des Schublers durchschnittlich 3,2 Stunden.

Ergebnisse

Die Regelmäßigkeit der Trocknung konnte durch die Messungen mit den Infrarot-Sensoren in allen drei Lagen der Hordendarre sehr gut aufgezeigt werden.

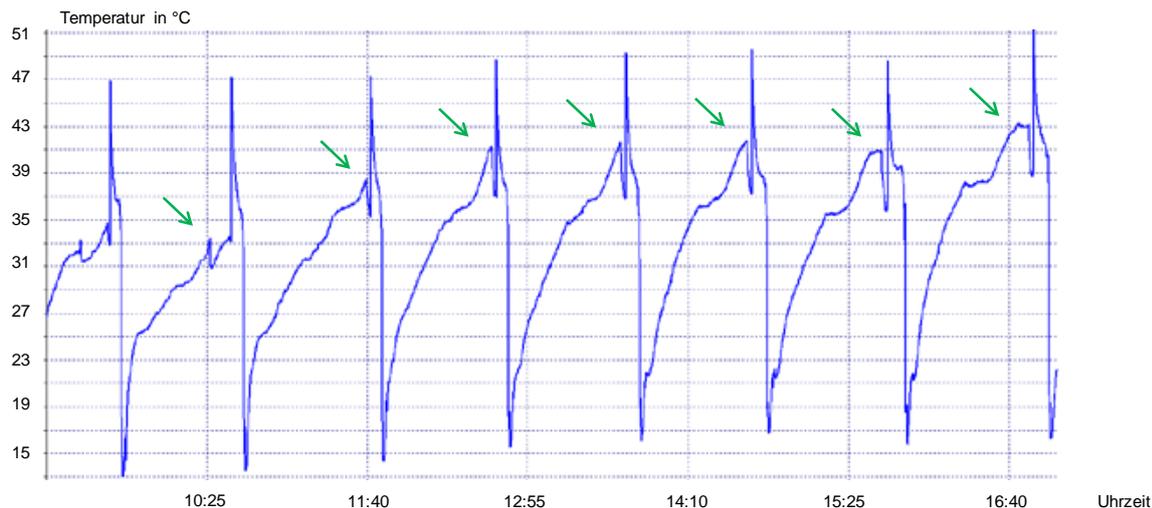


Abb. 5.21: Temperaturverläufe an der Doldenoberfläche des Hopfens in der Aufschütthorde

Die Temperatur der Darrabluft in der Aufschütthorde betrug zum Zeitpunkt der höchsten Wasserabgabe des Hopfens durchschnittlich 30 °C und erhöhte sich bis zum Zeitpunkt des Kippens des Hopfens von der Aufschütthorde in die Mittelhorde auf 38-41 °C. Die Temperatur an der Doldenoberfläche war bis kurz vor dem Kippzeitpunkt deutlich niedriger als die Temperatur der Trocknungsluft. Mit abnehmendem Wassergehalt des Hopfens verringerten sich während der Verweildauer diese Temperaturunterschiede stetig. Kurz vor den Kippvorgängen waren die Temperaturen von Darrabluft und Doldenoberfläche annähernd gleich. Da vor dem Kippen die Luftgeschwindigkeit reduziert wurde, kam es durch den langsameren Wasserabtransport kurzzeitig zu einer Abkühlung an der Doldenoberfläche. Dieser Zeitpunkt ist in der Graphik durch die Pfeile gekennzeichnet.

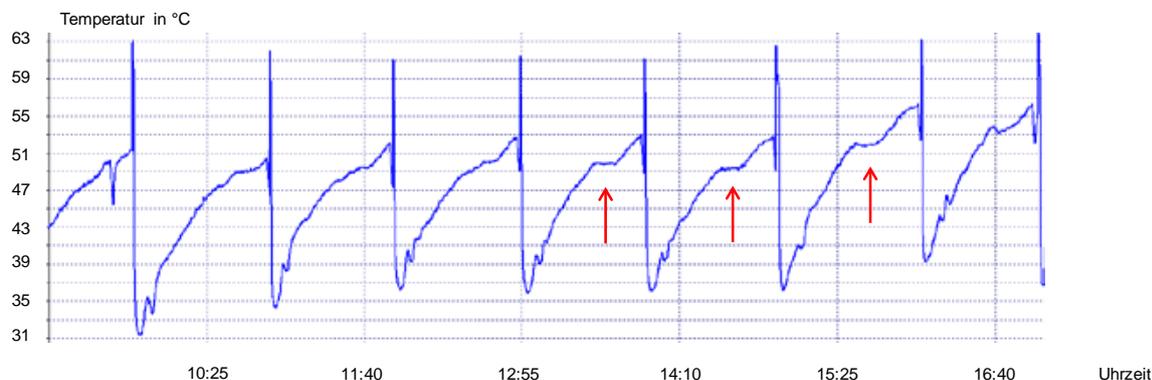


Abb. 5.22: Temperaturverläufe an der Doldenoberfläche des Hopfens in der Mittelhorde

In der Mittelhorde sind die Temperaturen an der die Doldenoberfläche zwar höher, liegen aber immer noch deutlich unterhalb den eingestellten Trocknungstemperaturen. Die roten Pfeile in der Graphik sollen auf den in diesem Trocknungsabschnitt stagnierenden Temperaturanstieg hinweisen. Im dritten Trocknungsabschnitt wurde die Luftgeschwindigkeit von 0,45 m/s auf 0,3 m/s reduziert. Anhand der graphischen Dokumentation kann man folgern, dass die Luftgeschwindigkeit zu diesem Zeitpunkt zu früh oder zu stark vermindert wurde. Da das aus der Dolde freigesetzte Wasser nicht mehr ausreichend abtransportiert wurde, verlangsamte sich die Trocknung. Dies ist auch sehr gut an der längeren Trocknungszeit erkennbar.



Abb. 5.23: Temperaturverläufe an der Doldenoberfläche des Hopfens in der Auszugshorde

In der Auszugshorde kann nochmals sehr gut bestätigt werden, dass man bei der Trocknung von Hopfen zwischen Trocknungstemperatur und Doldentemperatur unterscheiden muss. Bei den ersten beiden Schüttungen erhöhte sich die Temperatur an der Doldenoberfläche bis auf die 69 °C, entsprechend der Trocknungsluft. Die Ursache dafür liegt in den bereits annähernd trockenen Hopfen vom Vortag, welcher während der Nacht in der Darre verblieb. Durch die geringe Kühlwirkung kam es zu diesem Temperaturanstieg an der Doldenoberfläche. Bei den übrigen Schüttungen konnte eine Doldentemperatur von 65 °C, trotz höherer Trocknungstemperaturen, sehr gut eingehalten werden.

Folgerung und Ausblick

Die Trocknungstemperatur hat beim Hopfen einen großen Einfluss auf die Qualität und Trocknungsdauer. Durch ein Messen der sogenannten Produktoberflächentemperatur wird der Einfluss der Trocknungstemperatur auf den Hopfen sehr gut kontrollierbar. Die richtige Trocknungstemperatur kann in Abhängigkeit der gewünschten bzw. für einen optimalen Trocknungsvorgang erforderliche Doldentemperatur eingestellt werden. Die erforderliche Luftgeschwindigkeit ergibt sich über die Veränderung der Temperatur an der Doldenoberfläche. Trocknungsversuche können damit unter reproduzierbaren Bedingungen leichter wiederholt werden.

5.5 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 2015 kurz zusammengefasst.

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

TS- und Alphasäurenmonitoring

In der Zeit vom 18.08. - 29.09.2015 wurden – über die Hallertau verteilt – von 3 Aroma- und 3 Bitterstoffsorten an 5 (Aromasorten) bzw. 7 (Bittersorten) Terminen im wöchentlichen Abstand aus je 10 Praxisgärten jeweils 1 Aufleitung beerntet und separat getrocknet. Durch Feststellung des Wasserentzugs und Analyse des TS- und Alphasäuregehalts in einem akkreditierten Labor wurde am Folgetag der Trockensubstanzgehalt des Grünhopfens und der Alphasäuregehalt bei 10 % Wasser ermittelt und zur Auswertung an die Hopfenberatung der LfL übermittelt.

Die Ergebnisse wurden gemittelt, tabellarisch und grafisch aufbereitet und mit einem Kommentar ins Internet gestellt. Aus den Ergebnissen und Darstellungen konnten die Landwirte Hinweise zur optimalen Erntereife der wichtigsten Hopfensorten ablesen.

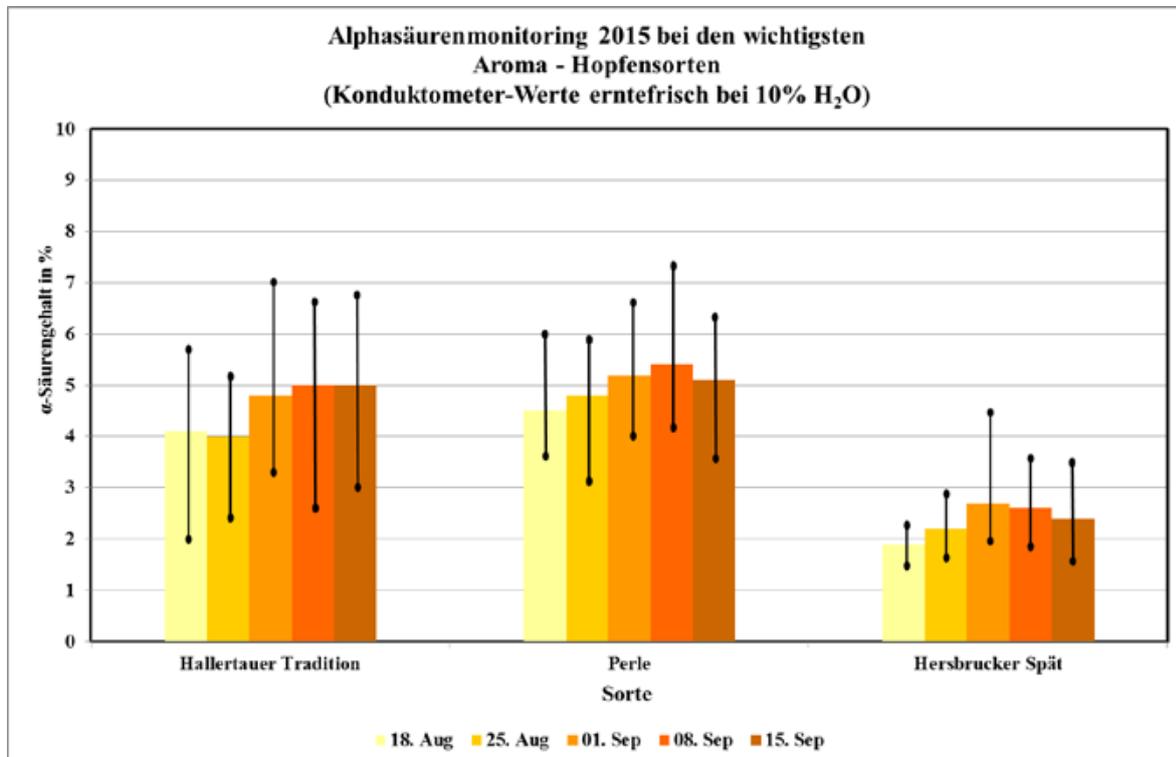


Abb. 5.24: Monitoring zur Entwicklung der Alphasäuregehalte 2015 bei den wichtigsten Aromasorten

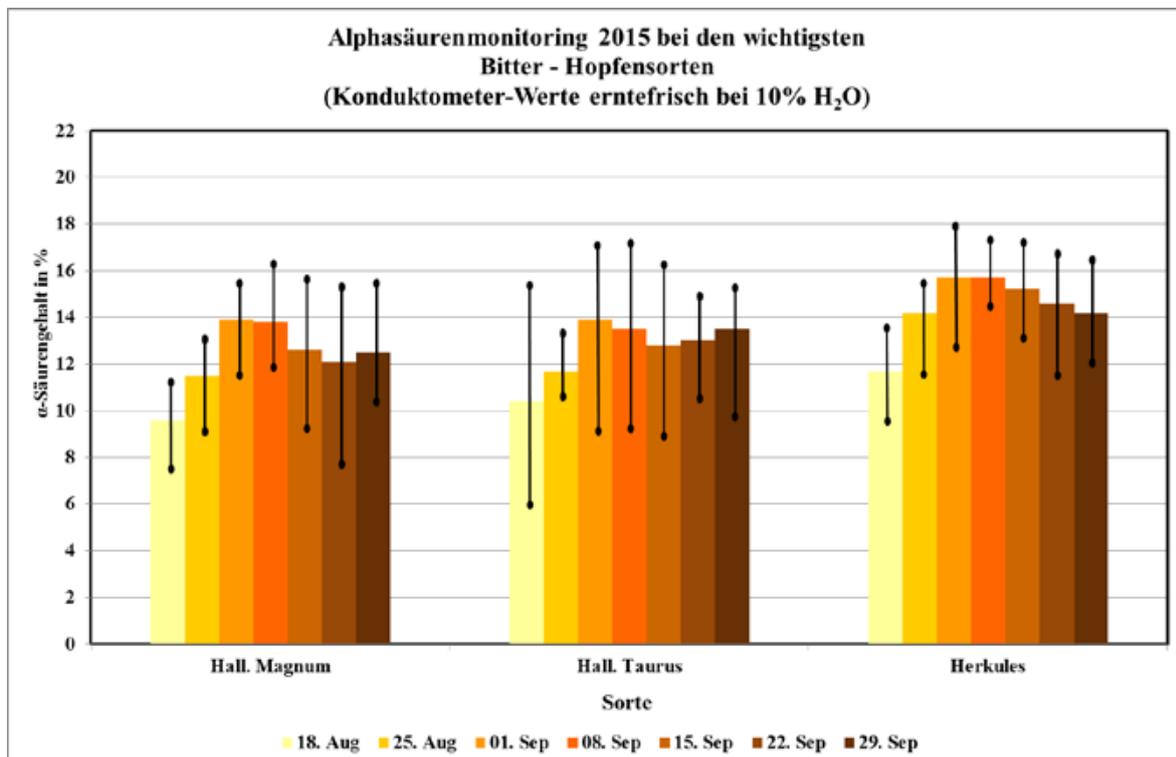


Abb. 5.25: Monitoring zur Entwicklung der Alphasäuregehalte 2015 bei den Hochalphasorten

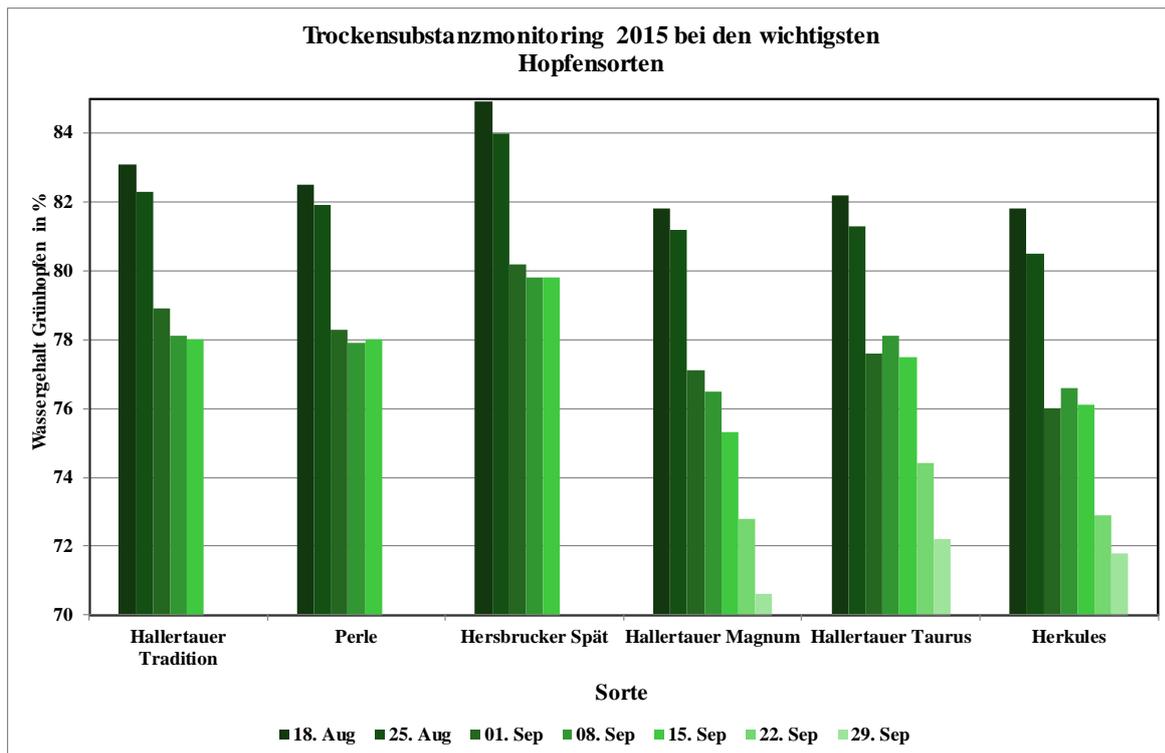


Abb. 5.26: Monitoring zur Entwicklung der Trockensubstanzgehalte 2015 der wichtigsten Hopfensorten

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 2015 von den 600 erwarteten Datensätzen nur 155 geliefert wurden, war eine Schichtung und Auswertung nicht möglich.

5.5.2 Jährliche Erhebung und Untersuchung des Schädlingsbefalls in repräsentativen Hopfengärten in Bayer

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 1. Juni bis 3. August 2015 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 fließen in die Beratungsaussagen und Bekämpfungsstrategien ein.

5.5.3 Ringanalysen zur Qualitätssicherung bei der Alphasäurenbestimmung für Hopfenlieferungsverträge

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

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

5.6 Beratungs- und Schulungstätigkeit

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

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

5.6.1 Informationen in schriftlicher Form

- Das „Grüne Heft“ Hopfen 2015 – 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 2 420 Stück von der LfL an die ÄELF und Forschungseinrichtungen und vom Hopfenring Hallertau an die Hopfenpflanzer verteilt.
- Über das Ringfax des Hopfenringes (2015: 48 Faxe in der Hallertau + 1 für Spalt mit 1 208 Teilnehmern) wurden in 29 Faxen aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstaufforderungen an die Hopfenpflanzer verschickt.
- Im Rahmen der Nmin-Bodenuntersuchung wurden 2 848 Ergebnisse auf Plausibilität kontrolliert und zum Versand an die Hopfenpflanzer freigegeben.
- In 2 ER-Rundschreiben des Hopfenrings und in 8 Monatsausgaben der Hopfen Rundschau wurden Beratungshinweise und Fachbeiträge für die Hopfenpflanzer veröffentlicht.

5.6.2 Internet und Intranet

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

5.6.3 Telefonberatung, Ansagedienste

- Der Peronospora-Warndienst wurde in der Zeit vom 12.05. - 31.08.2015 von der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik in Wolnzach in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Pflanzenschutz in Hüll erstellt und zur Abfrage über den Anrufbeantworter (Tel. 08442/9257-60 u. -61) oder das Internet 76 Mal aktualisiert.
- Zu Spezialfragen des Hopfenbaus erteilten die Fachberater der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik in ca. 2 100 Fällen telefonische Auskunft oder führten Beratungen in Einzelgesprächen oder vor Ort durch.

5.6.4 Vorträge, Tagungen, Führungen, Schulungen und Versammlungen

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

5.6.5 Aus- und Fortbildung

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

6 Pflanzenschutz im Hopfen

LD Wolfgang Sichelstiel, Dipl.-Ing. agr.

6.1 Schädlinge und Krankheiten des Hopfens

6.1.1 Blattlaus

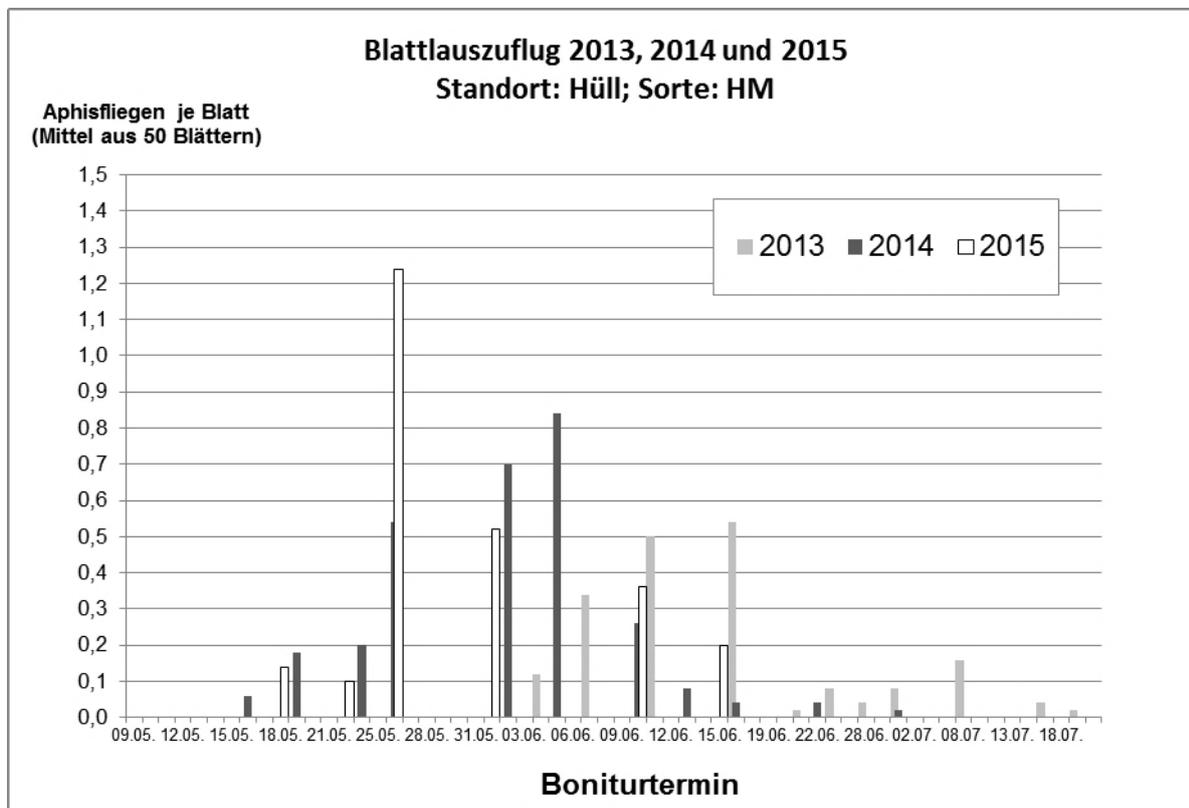


Abb. 6.1: Blattlauszuflug

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

| Datum | Blattläuse pro Blatt | | | Spinnmilbenindex pro Blatt | | |
|--------|---|------|--------|---|------|------|
| | Ø | min. | max. | Ø | min. | max. |
| 01.06. | 1,09 | 0,00 | 15,68 | 0,02 | 0,00 | 0,30 |
| 08.06. | 4,49 | 0,00 | 96,80 | 0,03 | 0,00 | 0,20 |
| 15.06. | 13,24 | 0,00 | 365,50 | 0,04 | 0,00 | 0,30 |
| 22.06. | 1,32 | 0,00 | 6,92 | 0,08 | 0,00 | 0,70 |
| 29.06. | 0,83 | 0,00 | 7,38 | 0,11 | 0,00 | 0,85 |
| 06.07. | 0,15 | 0,00 | 1,34 | 0,10 | 0,00 | 0,85 |
| 13.07. | 0,08 | 0,00 | 1,82 | 0,09 | 0,00 | 1,25 |
| 20.07. | 0,03 | 0,00 | 0,66 | 0,05 | 0,00 | 1,05 |
| 27.07. | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,06 | 0,00 | 0,85 |
| 03.08. | 0,01 | 0,00 | 0,06 | 0,02 | 0,00 | 0,50 |
| | Hauptbehandlungstermine 16. – 30.06 und 10. - 18.07. 25 Standorte ohne Behandlung | | | Hauptbehandlungstermine 30.06. - 24.07. 2 Standorte ohne Behandlung | | |

Wie im Vorjahr trat auch 2015 die Hopfenblattlaus kaum schadrelevant auf. Der Zuflug war nur vereinzelt und äußerst schwach. In vielen Fällen konnte auf eine Behandlung gegen die Hopfenblattlaus ganz verzichtet werden. So waren über 80% der im Rahmen des Schädlingsmonitoring beobachteten Hopfengärten vollkommen frei von Blattläusen. Auf knapp einem Fünftel der beobachteten Flächen war leichter bis mäßiger Befall anzutreffen, der zumindest eine Sicherheitsspritzung rechtfertigte.

Die Gemeine Spinnmilbe dagegen konnte sich 2015 unter den kühlen Bedingungen in den Monaten Mai und Juni anfänglich nur zögerlich in den 30 Beständen des Schädlingsmonitorings etablieren. Erst in der zweiten Junihälfte war in vielen Gärten zunehmender Befall zu beobachten, der in fast allen Fällen mit einer Behandlung kontrolliert werden konnte. Immerhin blieben zwei Hopfengärten befallsfrei und ohne Behandlung. In einem Bestand musste eine zweite Behandlung gegen die Spinnmilbe nachgelegt werden.

6.1.2 Peronospora

Tab. 6.2: Warndienst zu Peronospora und Echten Mehltau

| Fax-Nr. | Datum | Hinweis Pero-Primär | Spritzaufrufe | | | Echter Mehltau |
|----------------------|--------|------------------------|---------------------|-------------|--------------|-------------------|
| | | | anfällige Sorten | alle Sorten | späte Sorten | |
| 15 | 06.05. | xxx | | | | |
| 17 | 12.05. | xx | | | | |
| 19 | 18.05. | xx | | | | |
| 20 | 28.05. | xx | | | | x |
| 21 | 10.06. | | | x | | |
| 25 | 25.06. | | | | | anfällige |
| 26 | 30.06. | | x | | | |
| 28 | 08.07. | | | | | anfällige |
| 32 | 20.07. | | | | | anfällige |
| 37 | 21.08. | | | | | anfällige |
| 38 | 09.09. | | x | | x | anfällige |
| Anzahl Spritzaufrufe | | | 2 | 1 | +2 | 6 |

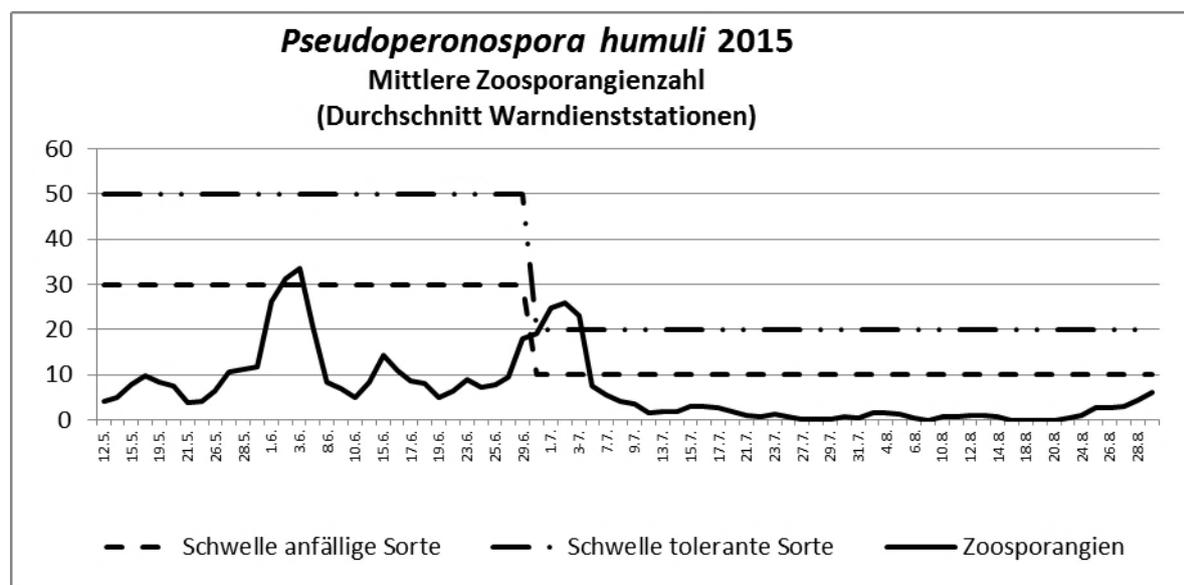


Abb. 6.2: Peronospora Warndienst – Zoosporangienflug

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

Zielsetzung

Die Gemeine Spinnmilbe *Tetranychus urticae* ist einer der beiden Hauptschädlinge des Kulturhopfens, zu dessen Kontrolle auf einem Großteil der Anbauflächen nicht nur in Deutschland, sondern europa- wie weltweit regelmäßig und meist rein prophylaktisch Akarizide eingesetzt werden. Die nachhaltige Spinnmilbenkontrolle durch etablierte Populationen von Raubmilben im Bestand, wie sie in Deutschland z.T. im Wein- oder Obstbau praktiziert wird, ist derzeit im Hopfen nicht möglich, da bei der Ernte die oberirdischen Pflanzenteile fast komplett vom Feld entfernt werden und somit keine brauchbaren Strukturen für eine Überwinterung der Nützlinge zur Verfügung stehen. Dass es in dieser Kultur jedoch möglich ist, über den Einsatz gezüchteter Raubmilben eine befriedigende Spinnmilbenkontrolle zu erreichen, haben Vorversuche in Hüll in den letzten Jahren bereits gezeigt.

In dem bislang dreijährigen Versuchsvorhaben (ein Folgeprojekt ist beantragt) soll einerseits versucht werden, den Einsatz gezüchteter Raubmilben im Kulturhopfen zu optimieren. Hierzu werden unterschiedliche Methoden der Ausbringung sowie unterschiedliche Raubmilbenarten von verschiedenen Bezugsquellen vergleichend untersucht. Zudem soll als wichtigstes Ziel des Projektes eine Standardmethode entwickelt werden, um über Untersaaten in den Fahrgassen Winterquartiere für die Raubmilben zu schaffen, die eine Etablierung heimischer Arten über mehrere Vegetationsperioden ermöglichen.



Abb. 6.3: Rohrschwengel *Festuca arundinacea* als bestandsbildende Untersaat in der Fahrgasse im Versuchsgarten Hüll im Herbst nach der Ernte 2014

Methoden

Das Projekt umfasst die Anlage strukturierter Versuche in insgesamt fünf Hopfengärten von zwei konventionellen (Standorte: Hüll und Oberulrain) und zwei ökologischen Hopfenbaubetrieben (Standorte: Ursbach und Herpersdorf bei Hersbruck) unter praxisnahen Bedingungen. In verschiedenen Parzellen von drei Gärten wurden verschiedene Untersaaten – insbesondere Rohr-Schwingel *Festuca arundinacea* (Abb. 6.3), aber auch eine Grünland-Mischung mit Wiesen-Fuchsschwanz *Alopecurus pratensis* und Einjähriger Rispe *Poa annua*) sowie Erdbeeren *Fragaria x ananassa* – angelegt, um die Überwinterung autochthoner Raubmilbenarten (*Typhlodromus pyri*, *Amblyseius andersoni*), die in den jeweiligen Parzellen freigelassen werden, im Bestand zu unterstützen. In den beiden anderen Gärten werden die optimalen jährlichen Raten, Freilassungsmethoden und Zeitpunkte für den Einsatz der zwar allochthonen, jedoch hoch wirksamen Raubmilbenarten *Phytoseiulus persimilis* und *Neoseiulus californicus* ermittelt. Die verschiedenen Varianten werden während der Vegetationsperiode in zweiwöchigem Rhythmus bonitiert und zusätzlich durch eine detaillierte jährliche Versuchsernte in jedem Garten bewertet.

Ergebnisse

Die bisherigen drei Versuchsjahre litten darunter, dass 2013 und 2014 der Befallsdruck der Spinnmilben in den fünf Versuchsgärten so gering war, dass praktisch keine Ergebnisse zur eigentlichen Fragestellung gewonnen werden konnten. Erst im Hitzejahr 2015 entwickelten sich in drei der fünf Versuchsgärten Spinnmilbenpopulationen, die aussagekräftige Ergebnisse zuließen. Dabei musste im konventionell bewirtschafteten Versuchsgarten Oberulrain auf etwa 80 % der Versuchspartellen zur Ernte leider sogar Totschaden registriert werden. Deutlich bessere Ergebnisse wurden an einem Standort in Hersbruck und in Hüll erzielt und die letzteren hier exemplarisch vorgestellt:

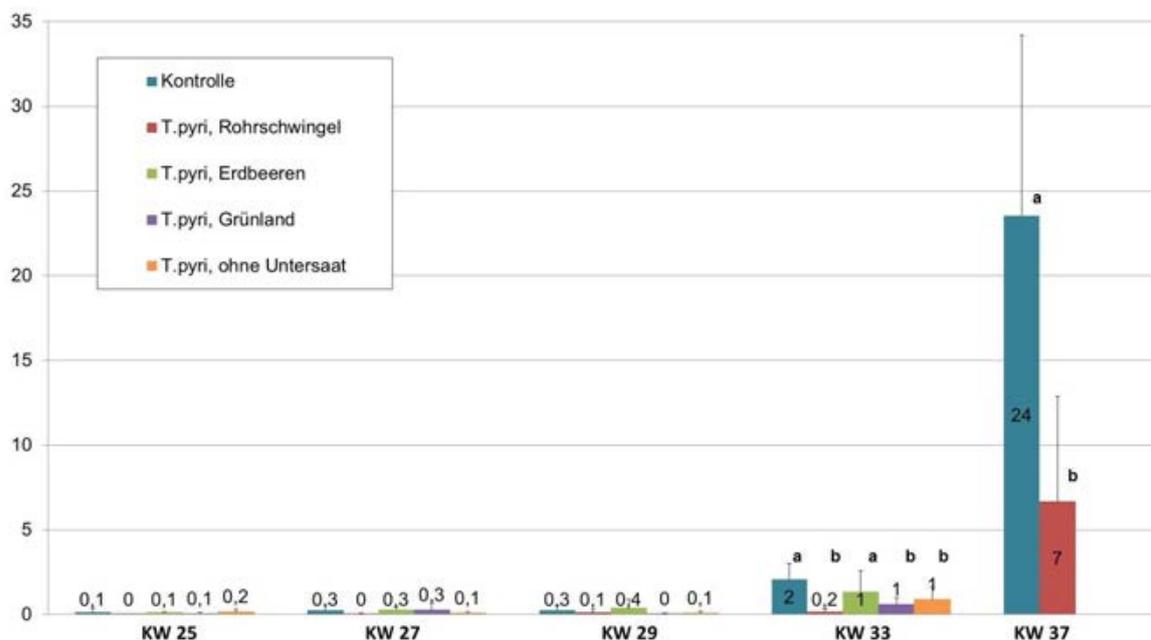


Abb. 6.4: Populationsverlauf 2015 (Spinnmilben pro Blatt; $n=120$) am Standort Hüll, Sorte HS. Varianten: Kontrolle, T. pyri + Rohrschwingel, T. pyri + Erdbeeren, T. pyri + Grünland, T. pyri ohne Untersaat. a, b: signifikante Unterschiede nach ANOVA ($p=0,5$)

Die Ausbringung der Raubmilben – hier *T. pyri*, die auf Rebholzschnitt aus Weingärten ausgebracht wurden – erfolgte in KW 22, bevor überhaupt Spinnmilbenbefall registriert wurde. Die Ausgangsbonitur fand in KW 25 statt, wobei der Befall zwischen 0 (*T. pyri* und Rohrschwengel) und 0,2 (*T. pyri* ohne Untersaat) Spinnmilben pro Blatt lag. Dieser Wert blieb bis KW 29 auf konstant niedrigem Niveau. Erst ab KW 33 differenzierten die Varianten und trotz des geringen Spinnmilbenbefalls wurden statistisch signifikante Unterschiede von drei Versuchsvarianten gegenüber der Kontrolle ersichtlich. Noch deutlichere Unterschiede zeigten sich in KW 37; zur Abschlussbonitur lag der Befall in der Kontrolle mit 24 Spinnmilben etwa um den Faktor 3,5 höher als in der Variante *T. pyri* und Rohrschwengel (Abb. 6.4).

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

Hintergrund

Die Markeule ist im Hopfen als Minderschädling anzusehen, der in den letzten Jahrzehnten zeitlich stark begrenzt und nur lokal auftrat. Nachdem 2012 wieder vermehrt Meldungen über Befall der Pflanzen mit Raupen dieses Schädlings eingegangen waren, wurde 2013 und 2014 verstärkter Befall mit der Markeule registriert, was in Einzelfällen auch zu signifikanten wirtschaftlichen Schäden führte. Um vergleichbare Daten zum Auftreten des Nachtfalters im Hopfen zu erfahren, wurde 2015 der Falterflug im nun dritten Jahr am selben Standort mittels Lichtfalle erfasst.

Material und Methoden

Am Rand eines Hopfengartens bei Steinbach (Lkr. KEH), in dem 2013 partiell ein Befall an über 50 % der Pflanzen registriert werden konnte, wurde im selben Jahr Anfang August erstmals eine Lichtfalle mit Schwarzlichtröhre und Dämmerungsschalter in zwei Meter Höhe installiert. Im Jahr 2014 wurde die Lichtfalle bereits ab dem 25. Juni und 2015 ab dem 28. Juni im Feld exponiert. Der Fangbehälter wurde täglich geleert. Alle gefangenen Imagines der Markeule wurden anschließend bestimmt und ausgezählt.

Ergebnis

Nach einer kurzfristigen Entscheidung 2013 wurde mit dem Fang erst Anfang August begonnen. Wie die Kurve in Abb. 6.5 belegt, wurde damit in jenem Jahr der Beginn der Flugzeit nicht erfasst; die maximal gefangene Individuenzahl in einer Nacht betrug 55 Falter, die Jahresgesamtsumme 576 Falter. Im Folgejahr 2014 wurde Dank des frühen Versuchsstarts der tatsächliche Flugbeginn am 20. Juli registriert; die Fänge reduzierten sich auf ein Nacht-Maximum von sieben Faltern und der Gesamtfang des Jahres auf 94 Falter. 2015 wurde das erste Tier am 31. Juli gefangen, der maximale Fang einer Nacht betrug vier Falter und der Jahresgesamtfang nur noch 17 Falter. Die Flugzeit erstreckte sich in allen drei Jahren bis Ende September. Die Ergebnisse zeigen, dass die Flugzeit der Markeule und damit die für den Befall im Folgejahr essentielle Eiablagezeit sich in der Hallertau von Mitte Juli bis Anfang Oktober hinziehen kann und im August ihren Höhepunkt erreicht. Zudem ist belegt, dass es wie in den vergangenen Jahrzehnten (1969-70 und 1981-82) nach einer zwei- bis maximal dreijährigen Massenentwicklung der Markeule das Befallsniveau wieder auf das normale Maß als Minderschädling zurückgeht.

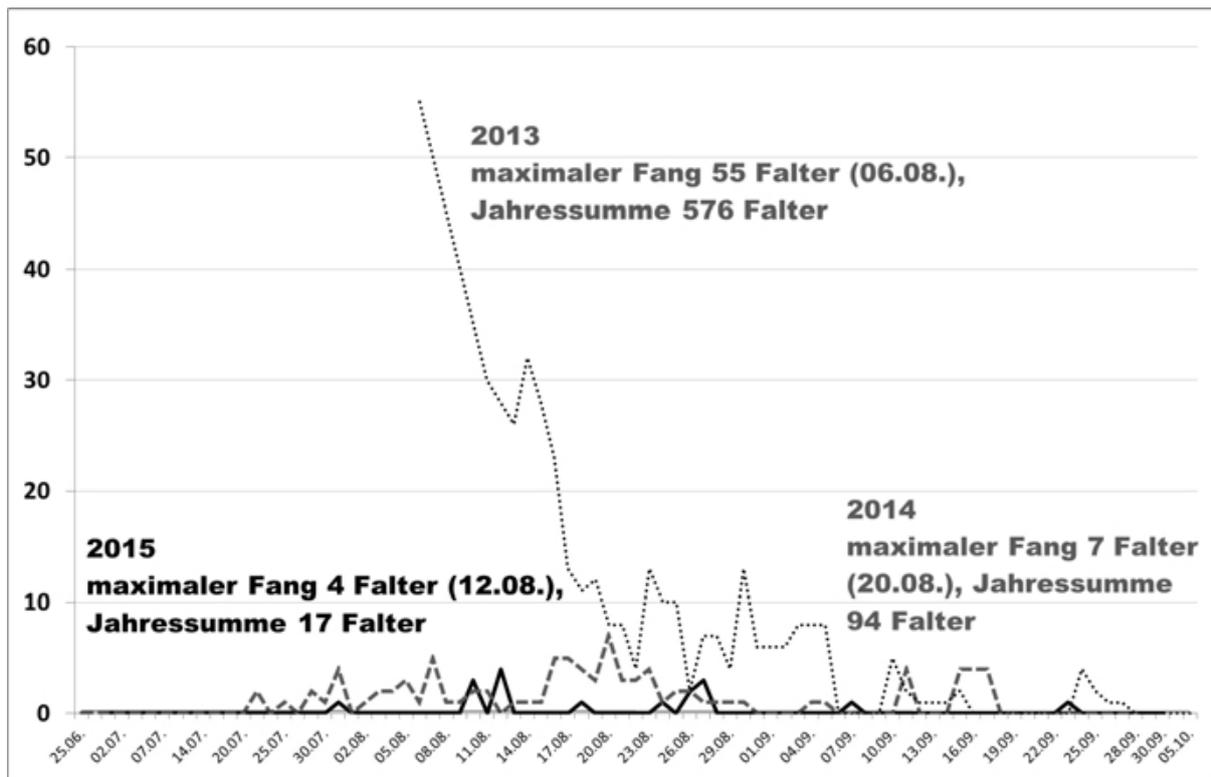


Abb. 6.5: Flugkurve der Markeule *Hydraecia micacea* bei Steinbach den Jahren 2013 bis 2015 anhand der Anzahl gefangener Imagines in der Lichtfalle

6.4 Extremwetterlagen und Hopfenbau

Das Jahr 2015 führte jedem in der Hopfenbranche wieder die Abhängigkeit der Hopfenproduktion von der Witterung vor Augen. Hitze und langanhaltende Trockenheit sorgten in weiten Teilen Europas für schlechte Ernten und niedrige Alphasäuregehalte. 2015 ist somit das zweite Jahr innerhalb von fünf Jahren mit hohen Ertragsausfällen nach Trockenheit. Es stellt sich die Frage, wie wahrscheinlich das Auftreten solcher Extremwetterlagen zukünftig im Rahmen des Klimawandels ist.

Im Rahmen eines Verbundprojektes „Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen“ sollte das künftige Auftreten von Extremwetterlagen und ihre Auswirkungen auf die deutsche Land- und Forstwirtschaft abgeschätzt und Anpassungsmaßnahmen für Betriebe und Politik untersucht und bewertet werden. In einem Teilprojekt „Agrarrelevante Extremwetterlagen – Sonderkulturen“ wurde auch die Kultur Hopfen in das Projekt mit einbezogen. Auf Basis einer umfangreichen Literaturrecherche wurden in einem ersten Schritt, die für die Kultur relevanten Extremwetterlagen identifiziert und Schwellenwerte dieser Wetterparameter ermittelt, ab denen mit Ertrags- und Qualitätsverlusten zu rechnen ist. Die Einschätzung kritischer Wetterereignisse und der ertragsrelevanten Grenzwerte erfolgte mittels einer systematischen Expertenbefragung. Das Auftreten schadensrelevanter Wetterlagen wurde rückblickend mit Daten des Deutschen Wetterdienstes überprüft. Mithilfe der Daten wurden in einem zweiten Schritt Aussagen zu den Zusammenhängen zwischen Extremwetterereignissen und Ertrags- und Qualitätsverlusten beschrieben. Durch Einsatz von Klimamodellen des DWD wurden zudem Aussagen zum wahrscheinlichen Eintreffen dieser Extremwetterlagen in Zukunft getroffen.

Im Unterprojekt Hopfen wurde ein Expertengremium aus 34 Beratern, Wissenschaftlern, Hopfenpflanzer und Sachverständigen aus der Hopfenwirtschaft befragt welche Extremwetterereignisse den Ertrag und die Qualität von Hopfen beeinflussen und welche Zeiträume als kritisch anzusprechen sind (s.a.). Mittels Zuteilung von Risikoklassen („kein Risiko“ =0; „mittleres Risiko“=1; „starkes Risiko“= 2) der einzelnen Extremwetterlagen im Jahresverlauf und der Vergabe von Rangnoten konnte für jede Extremwetterlage ein Risikowert errechnet werden. Die Expertenbefragung ergab für die Hallertau folgende Rangfolge (Tab. 6.3). Aus Sicht der Experten haben die Extremwetterlagen extreme Dürre, Hagel und Trockenheit das größte Schadpotential.

Tab. 6.3: Rangfolge der Relevanz von Extremwetterlagen im Hopfenanbaugebiet „Hallertau“ auf der Basis einer Befragung unter Beratern und Praktikern (n=34)

| Rang | Extremwetterlage | Rangnote +/- Standardabweichung | Rang | Extremwetterlage | Rangnote +/- Standardabweichung |
|------|------------------------------|---------------------------------|------|-------------------|---------------------------------|
| 1 | Extreme Dürre | 1,8 ± 1,1 | 7 | Starkregen | 6,4 ± 1,8 |
| 2 | Hagel | 2,3 ± 1,5 | 8 | Dauerregen | 6,7 ± 2,1 |
| 3 | Trockenheit | 2,9 ± 1,3 | 9 | Spätfrost | 8,2 ± 1,7 |
| 4 | Hitze | 3,7 ± 1,3 | 10 | Frühfrost | 10,7 ± 0,9 |
| 5 | Sturm | 4,1 ± 2,1 | 11 | Kahl-/Winterfrost | 10,8 ± 1,1 |
| 6 | Staunässe/ Überschwemmung | 5,9 ± 2,2 | 11 | Nassschnee | 11,6 ± 0,6 |

Unter Berücksichtigung der Monate in denen die Extremwetterlagen auftreten und Schaden zufügen können gewinnen die Ereignisse Überschwemmung/Staunässe, Starkregen und Dauerregen an Gewicht. Eine grafische Auswertung der Expertenbefragung ist aus ersichtlich.

Anhand der Einschätzungen der Experten konnten die Definitionen der Schwellenwerte untermauert und ergänzt werden. Beispielsweise erreicht Trockenheit im Hopfen den kritischen Schwellenwert, wenn in einem Monat höchstens 30 mm/m² bzw. an 11 Tagen weniger als 1 mm Niederschlag fallen. Von extremer Dürre wird gesprochen wenn zusätzlich zu fehlenden Niederschlägen und hohen Temperaturen das Bodenwasser unter einer nutzbaren Feldkapazität von 35% liegt. Durch die Beschreibung von Extremwetterlagen mittels Schwellenwerten je Indikationseinheit lassen sich Häufigkeiten dieser Ereignisse bzw. die Wahrscheinlichkeit, dass sie in einem Gebiet eintreten ermitteln. Im Vergleich mit zurückliegenden Wetterdaten und durch die Verwendung von Klimamodellen des Deutschen Wetterdienstes werden Trends für das Eintreten dieser Schadensereignisse in Vergangenheit und Zukunft ersichtlich. Eine Übersicht der Schwellenwerte sowie der Trends der Extremwetterereignisse ist in Tab. 6.4 abzulesen.

So erhöht sich das Risiko extremer Dürreperioden, also Zeiträume mit weniger als 1 mm Niederschlag und $T_{\max} \geq 30 \text{ °C}$ über eine Woche hinweg, zwischen April und September im Mittel um das bis zu 7-fache, von 0,04mal auf etwa 0,34mal im Gesamtzeitraum. Auch für Hitzeperioden von mindestens sieben Tagen mit $T_{\max} \geq 28 \text{ °C}$; $\geq 30 \text{ °C}$ wird im Zeitraum von Juni bis August eine starke Zunahme prognostiziert. Schon in der Vergangenheit wurden die Schwellen zunehmend überschritten. Für den Zeitraum Juni bis August geben die Modelle bis 2097 über 20 Tage mit $\geq 28 \text{ °C}$ und immerhin knapp zwei Wochen mit $\geq 30 \text{ °C}$ an, was einer Zunahme von etwa 6 bis 7 Tagen im Jahresverlauf entspricht. Abb. 6.6 verdeutlicht, dass der südliche Teil Deutschlands besonders stark davon betroffen ist.

a) 1962 – 1990

b) 1982 – 2010

c) 2071 – 2098

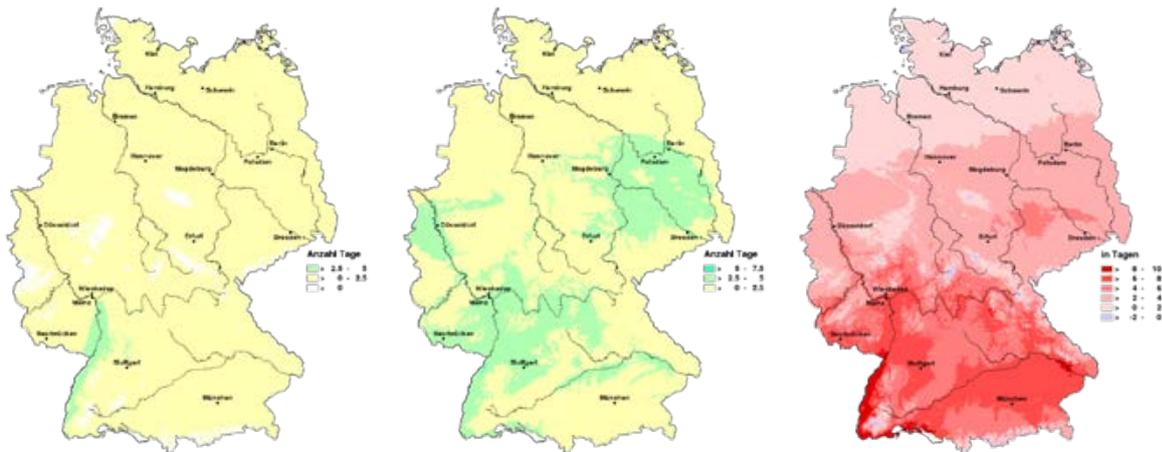


Abb. 6.6: Häufigkeit des Überschreitens von $T_{max} \geq 30^\circ\text{C}$ im Monat August in Vergangenheit (a; b) und Zukunft (c) (Änderungstendenz bis 2098), Ergebnisse der Klimamodellanfragen

Ebenfalls eine zunehmende Tendenz haben die Wahrscheinlichkeiten, dass zukünftig Starkregen mit über 25 mm pro Tag zwischen Mai und September, Trockenphasen von Juni – August und Sturm mit mittleren Windstärken von mindestens 10 m/s am Tag in den Monaten Mai und September auftreten. Wegen fehlender Prognosemodelle lässt sich keine Aussage zu einem Trend von Hagelereignissen machen.

Weitere Information zu Auswirkungen agrarrelevanter Extremwetterlagen sind aus dem Endbericht des Verbundprojektes zu entnehmen. Er ist unter folgender Adresse im Internet abrufbar: http://literatur.ti.bund.de/digbib_extern/dn055248.pdf.

Tab. 6.4: Auf Basis von Literaturrecherchen und Expertenbefragungen definierte Schwellenwerte, die entsprechende Indikatoreinheit, die sensitiven Zeiträume, der Trend Vergangenheit (Veränderung in den letzten 50 Jahren, Quelle: DWD) und der Trend Zukunft (Veränderungstendenz bis 2097/98 laut Abfragen Klimamodellprognosen, Quelle: DWD) im Hopfenbau

| | Schwellenwerte | Indikatoreinheit | Zeitraum | Trend Vergangenheit | Trend Zukunft |
|--------------------------------------|---|---|------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Dauerregen | ≥ 100 mm Niederschlag/m ² * 1 w ⁻¹ | mm über ≥ 7 d | Mrz -Sep | → | → |
| Extreme Dürre | nFK $\leq 35\%$ + Tmax $\geq 30^\circ\text{C}$; ≤ 1 mm Niederschlag/m ² (≥ 1 w - 2 w) nFK $\leq 50\%$ | nFK (%) pro d über ≥ 7 d Tmax ($^\circ\text{C}$) pro d über ≥ 7 d mm über ≥ 7 d nFK (%) pro d | Apr- Sep | →↗* | ↑* |
| Frühfrost | k.A. | k.A. | k.A. | - | - |
| Hagel | ja/nein | Größe der Körner u. Dauer | Mai- Sep | Keine Prognosemodelle vorhanden | |
| Hitze | Tmax $\geq 28\text{-}30^\circ\text{C}$ (≥ 7 d) | $^\circ\text{C}$ (Tmax) über ≥ 7 d | Jun- Aug | ↗ | ↑ |
| Nassschnee | k.A. | k.A. | k.A. | - | - |
| Spätfrost | Tmin $\leq -5^\circ\text{C}$ | $^\circ\text{C}$ (Tmin) pro d | Apr- Mai | ↗ | →↘ |
| Starkregen | ≥ 25 mm Niederschlag/m ² * h ⁻¹ | mm pro h oder pro d | Mai -Sep | →↗ | ↗ |
| Sturm | ≥ 9 Bft | max. Windstärke pro d | Mai-Sep | → | → |
| Trockenheit | ≤ 30 mm Niederschlag/m ² * M ⁻¹ | mm pro M | Jun- Aug | → | ↗ |
| (kein Niederschlag) | < 1 mm Niederschlag/m ² * 11 d ⁻¹ | mm über 11 d | | | |
| Überschwemmung/ Staunässe | nFK $\geq 100\%$ (≥ 1 w) | nFK (%) über ≥ 7 d | Mär- Sep | →↘ (Jan-Jul)** →↗ (Aug-Dez)** | ↗ (Jan-Mai)** |
| Kahl-/Winterfrost | Tmin $\leq -20^\circ\text{C}, -15^\circ\text{C}, -10^\circ\text{C}$ | $^\circ\text{C}$ (Tmin) pro d | Jan- Apr | ↘→ | ↘ (→ - 10 $^\circ\text{C}$ Jan) |
| Kältephasen | Tmax $\leq 5^\circ\text{C}$ | $^\circ\text{C}$ (Tmax) pro d | Apr- Jun | ↘ | ↘ |
| Wärmephasen | Tmax $\geq 15^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}$ | $^\circ\text{C}$ (Tmax) pro d | Mär-Mai (Pflanze) | ↗ | ↗ |
| | Tmean $\geq 13^\circ\text{C}$ (Mai) | $^\circ\text{C}$ (Tmean) pro d | Apr-Mai (Schaderreger) | ↗ | ↗ |

* ≤ 1 mm Niederschlag/m² und Tmax ≥ 30 $^\circ\text{C}$, keine nFK für Hopfen verfügbar; ** Ergebnisse aus Abfragen für Ackerbaukulturen, da kein Modell (nFK) für Hopfen vorhanden

7 Hopfenqualität und Analytik

ORR Dr. Klaus Kammhuber, Dipl.-Chemiker

7.1 Allgemeines

Die Arbeitsgruppe IPZ 5d führt im Arbeitsbereich IPZ 5 Hopfen alle analytischen Untersuchungen durch, die zur Unterstützung von Versuchsfragen der anderen Arbeitsgruppen, insbesondere der Hopfenzüchtung, benötigt werden. Letztendlich wird Hopfen wegen seiner Inhaltsstoffe angebaut. Deshalb ist die Hopfenanalytik eine unabdingbare Voraussetzung für eine funktionierende Hopfenforschung. Der Hopfen hat drei Gruppen von wertgebenden Inhaltsstoffen. Dies sind in der Reihenfolge ihrer Bedeutung die Bitterstoffe, die ätherischen Öle und die Polyphenole. Bisher galten die alpha-Säuren als das primäre Qualitätsmerkmal des Hopfens, da sie ein Maß für das Bitterpotential sind und Hopfen auf Basis des alpha-Säuregehalts zum Bier hinzugegeben wird (derzeit international etwa 4,3 g alpha-Säuren zu 100 l Bier). Auch bei der Bezahlung des Hopfens bekommen die alpha-Säuren eine immer größere Bedeutung. Entweder wird direkt nach Gewicht alpha-Säuren (kg alpha-Säuren) bezahlt, oder es gibt in den Hopfenlieferungsverträgen Zusatzvereinbarungen für Zu- und Abschläge, wenn ein Neutralbereich über- oder unterschritten wird.

Hopfen wird im Allgemeinen als die Seele des Bieres bezeichnet und hat vielfältige Funktionen für das Bier (Abb. 7.1).



Abb. 7.1: Was bewirkt der Hopfen im Bier

7.2 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 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 Anbauggebiete entstanden.

Die Craft Brewer verwenden die Technik der Kalthopfung (dry hopping, Hopfenstopfen), dabei wird zum fertigen Bier im Lagertank noch einmal Hopfen meistens auf Basis des Ölgehalts hinzugegeben. Der Alkoholgehalt wirkt als Lösungsvermittler und es werden hauptsächlich polare Substanzen aus dem Hopfen herausgelöst. Alpha-Säuren gehen nur in Spuren in Lösung, da sie nicht isomerisiert werden. Vor allem die niedermolekularen Ester und die Terpenalkohole gehen ins Bier über. 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 polar und gut löslich. Begrenzende Faktoren bei der Kalthopfung sind der Nitratgehalt und wasserlösliche Pflanzenschutzmittel. Hopfen hat im Durchschnitt 0,9 % Nitrat und dies wird vollständig ins Bier transferiert. Über den Eintrag von Pflanzenschutzmitteln gibt es noch keine gesicherten Erkenntnisse. Hopfen, die zur Kalthopfung eingesetzt werden, müssen ganz besondere Ansprüche an die Pflanzenhygiene erfüllen.

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 17.815 ha im Jahr 2015 erhöht. Es wird sehr spannend werden, wie sich dies auch auf die deutschen Anbauggebiete auswirkt.

7.3 Optimierung der Inhaltsstoffe als Zuchtziel

7.3.1 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. 7.2).

Abb. 7.2: Verwendung von Hopfen

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

7.3.2 Anforderungen der Craft Brewer

Bei den Craft Brewern liegt der Fokus mehr auf den Aromastoffen.. 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, niedermolekulare Ester und Schwefelverbindungen Bedeutung. Die Craft Brewer wünschen sich Hopfensorten mit „exotischen Aromen“ wie Mandarine, Melone, Mango oder Johannisbeere.

7.3.3 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 Isolationaleigenschaften 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 ist interessiert, ob die Gerbstoffe von Blättern geeignet sind, um Leder zu gerben. Momentan laufen darüber Untersuchungen.

Bei den Dolden sind vor allem die antimikrobiellen Eigenschaften der Bitterstoffe für alternative Nutzungen geeignet. Die Bitterstoffe haben schon in katalytischen Mengen (0,001-0,1 Gew. %) antimikrobielle und konservierende Eigenschaften und zwar in der aufsteigenden Reihenfolge Iso- α -Säuren, α -Säuren und β -Säuren (Abb. 7.3).

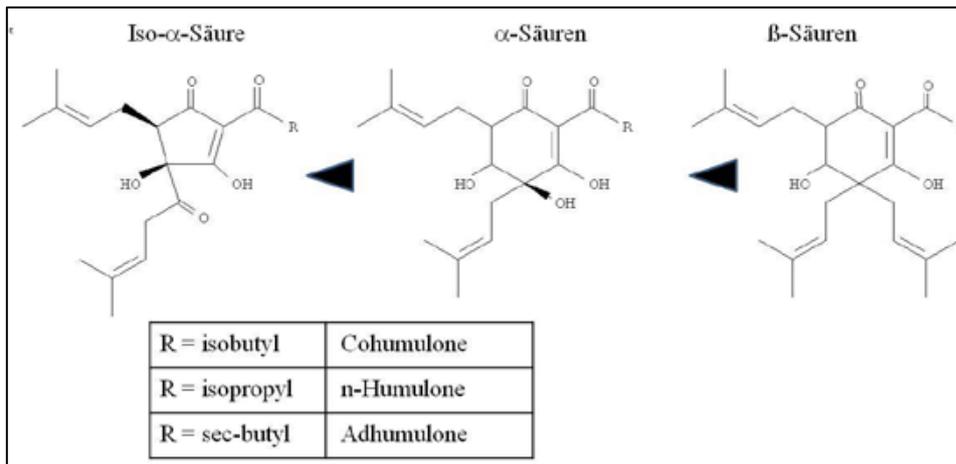


Abb. 7.3: Reihenfolge der antimikrobiellen Aktivität von Iso- α -Säuren, α -Säuren und β -Säuren

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

Hopfen ist auch für den Bereich Gesundheit, Wellness, Nahrungsergänzungsmittel und Functional Food interessant, da er eine Vielzahl polyphenolischer Substanzen besitzt. Mit einem Polyphenolgehalt von bis zu 8 % ist Hopfen eine sehr polyphenolreiche Pflanze. An der Erhöhung des Xanthohumolgehalts wird gearbeitet. Ein Zuchtstamm mit 1,7 % Xanthohumol ist bereits vorhanden. Andere prenylierte Flavonoide wie z.B. 8-Prenylnaringenin (eines der stärksten Phytoöstrogene) kommen im Hopfen nur in Spuren vor. Substanzen mit sehr hohen antioxidativen Potentialen sind die oligomeren Proanthocyanidine (bis 1,3 %) und glykosidisch gebundenes Quercetin (bis 0,2 %) bzw. Kämpferol (bis 0,2 %). Mit bis zu 0,5 % sind auch die Multifidole Hauptbestandteile des Hopfens. Der Name leitet sich von der tropischen Pflanze *Jatropha multifida* ab, da diese Verbindungen in deren Milchsaft vorkommen. Die Abb. 7.4 zeigt die chemischen Strukturen. Das eigentliche Multifidolglukosid hat die Struktur A. Im Hopfen ist hauptsächlich die Verbindung B vorhanden, aber auch A und C in geringeren Konzentrationen.

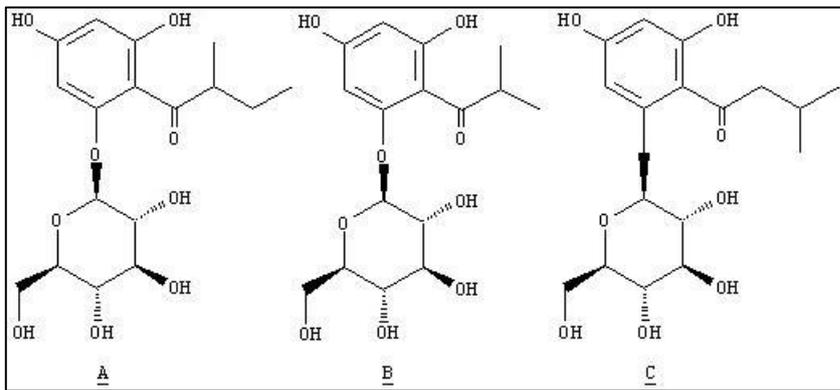


Abb. 7.4: Chemische Strukturen der Multifidole

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

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

7.4 Welthopfensortiment (Ernte 2014)

Vom Welthopfensortiment werden jedes Jahr die ätherischen Öle mit Headspace-Gaschromatographie und die Bitterstoffe mit HPLC analysiert. Da in Hüll auf das neue Gaschromatographie-Massenspektrometersystem umgestellt wurde und die Methoden erst angepasst und optimiert werden mussten, wird die Tabelle zum Welthopfensortiment des Jahres 2014 nicht veröffentlicht. Ab der Ernte 2015 ist die Tabelle dann wieder regelmäßig verfügbar.

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

7.5.1 Sensorik und Analytik

Warum ist beim Hopfen eine teurere und aufwändige Aromanalytik überhaupt notwendig. Für den Verbraucher ist sicher die sensorische Wahrnehmung entscheidend, ob er ein Nahrungsmittel akzeptiert oder nicht. Sensorik ist aber immer auch sehr subjektiv. Im Prinzip können Aromaeindrücke auf zwei Arten beschrieben werden (Abb. 7.5).



Abb. 7.5: sensorische Aromabeschreibung

Bei der indirekten Beschreibung werden Aromaeindrücke metaphorisch mit anderen Sinnesindrücken verglichen. Die indirekte Sprache ist sehr einfallsreich und subjektiv. Subjektive Eindrücke können jedoch individuell sehr verschieden aufgefasst werden. Auch persönliche und emotionale Aussagen werden oft vermittelt. Diese Sprache wird häufig in der Werbung und in den Medien angewandt. Die direkte Beschreibung ist weniger leidenschaftlicher, aber dafür objektiver. Es werden konkretere, realere und nachvollziehbarere Vergleiche aufgestellt. Für die Vermittlung und Kommunikation von Wissen ist die direkte Sprache sicher geeigneter. Die Aromaanalytik liefert qualitative und auch quantitative Konzentrationen von Aromastoffen (Abb. 7.6).

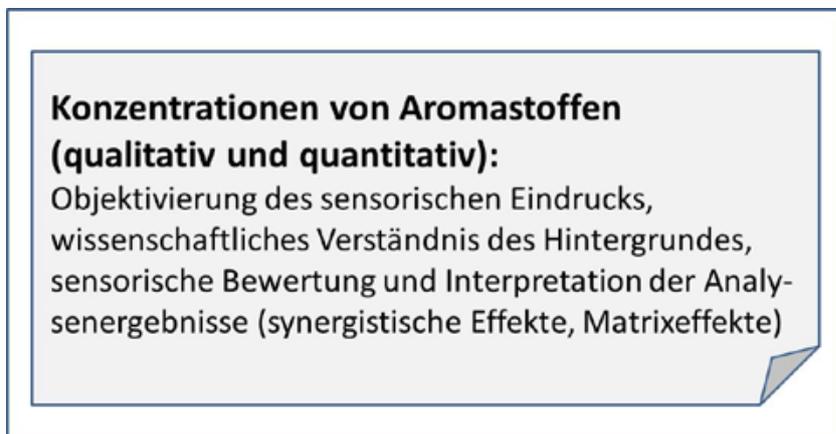


Abb. 7.6: Analytische Aromabeschreibung

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

7.5.2 Aromaanalytik

Seit dem April 2014 besitzt das Labor in Hüll ein Gaschromatographie-Massenspektrometer-System. Mit diesem System ist das Hüller Labor nun auch in der Lage Aromastoffe zu identifizieren, damit können Hopfensorten viel tiefer und detaillierter beschrieben werden. Tab. 7.1 zeigt die bisher identifizierten Substanzen.

Tab. 7.1: Mit dem GC-MS-System bestimmte Substanzen

| Substanz | RT | Substanz | RT |
|------------------------------------|-------|----------------------------------|-------|
| 2-Methyl-4-pentanon | 10,36 | S-Methyl-thioisovalerat 2 | 23,12 |
| 3-Methyl-2-pentanon | 10,58 | Pentylfuran | 23,41 |
| α -Pinen | 10,85 | trans- β -Ocimen | 23,60 |
| α -Thujen | 11,02 | Hexansäure-ethylester | 23,75 |
| 2-Methyl-3-buten-2-ol | 11,48 | Unbekannt 1 | 24,20 |
| Camphen | 12,44 | γ -Terpinen | 24,35 |
| Dimethyldisulfid | 13,05 | Methylisoheptanoat | 24,40 |
| Propionsäure-isobutylester | 13,15 | 2-Methyl-1-penten-3-ol | 24,65 |
| Hexanal | 13,44 | β -Ocimen | 25,00 |
| Isobutyl-isobutytrat | 13,62 | Methyl-heptanoat | 25,55 |
| β -Pinen | 14,10 | p-Cymen | 26,55 |
| Isobutanol | 14,40 | β -Terpinol | 27,40 |
| Isoamylacetat | 15,40 | 2-Methylbutyl-2-methylbutytrat | 27,42 |
| 3-Penten-2-on | 16,45 | Oenanthsäure-methylester | 28,05 |
| S-Methyl-thiobutytrat | 16,60 | S-Methyl-thioisovalerat 2 | 23,12 |
| Myrcen | 18,00 | Tridecan | 28,45 |
| Buttersäure-2-methyl-isobutylester | 19,20 | Amylisovalerat | 28,64 |
| α -Terpinen | 19,35 | 2-Octen-4-on | 29,05 |
| Hexansäure-methylester | 20,00 | Acetol | 29,58 |
| Propionsäure-(2)-methylbutylester | 20,20 | 3-Methyl-2-buten-1-ol | 30,68 |
| 2,3-Dimethyl-3-buten-2-ol | 20,38 | int. Standard | 31,60 |
| 3-Methylbutyl-isobutytrat | 20,48 | 2-Pentensäure-3-ethylmethylester | 31,80 |
| Limonen | 20,58 | Methyl-2,4-dimethylheptanoat | 31,92 |
| 2-Methylbutyl-isobutytrat | 20,70 | 6-Methyl-5-hepten-2-on | 32,05 |
| Prenal | 21,40 | Methyl-6-methylheptanoat | 32,25 |
| β -Phellandren | 21,40 | 1-Hexanol | 33,00 |
| 2-Methylbutanol | 21,74 | S-Methyl-hexanethionat 2 | 33,00 |
| S-Unbekannt | 22,47 | Unbekannt | 34,07 |

Fortsetzung Tab. 7.1

| Substanz | RT | Substanz | RT |
|--------------------------------|-------|----------------------------|-------|
| Isocyclocitral | 34,55 | 2-Undecanon | 46,94 |
| Essigsäure-heptylester | 34,70 | β -Cedren | 48,35 |
| Dimethyltrisulfid | 35,15 | 2-Methyl-3-pentanol | 48,60 |
| 4-Mercapto-4-methyl-2-pentanon | 35,40 | Isobuttersäure | 48,75 |
| 3-Hexenol | 35,45 | alpha-Bergamoten | 49,10 |
| 2-Nonanon | 35,75 | β -Cubeben | 49,50 |
| Caprylsäuremethylester | 35,90 | β -Caryophyllen | 49,90 |
| Nonanal | 36,10 | β -Caryophyllen_int | 49,90 |
| Allo-Ocimen | 36,21 | Undecanon | 50,03 |
| S-Methyl-hexanethionat | 36,70 | Aromadendren | 50,45 |
| Citronellol | 36,85 | 5,5-Dimethylfuranon | 50,74 |
| Perrilen | 38,07 | 4-Decensäuremethylester | 51,74 |
| Caprylsäure-ethylester | 39,20 | Methylgeranat | 52,10 |
| Propionsäure-heptylester | 39,50 | Undecansäure-methylester | 53,23 |
| Isobuttersäure-heptylester | 39,60 | 2-Dodecanon 2 | 53,51 |
| Pelargonsäure-methylester | 39,86 | Farnesen | 54,13 |
| 1-Octen-3-ol | 40,14 | Humulen | 54,35 |
| α -Cubeben | 40,50 | 4,7-Selinadien | 54,70 |
| Ylangen | 42,24 | γ -Muurolen | 55,45 |
| Citronellal | 42,32 | Cedren | 55,58 |
| alpha-Copaen | 42,85 | Methyl-7,8-octadecadienoat | 55,70 |
| Pelargonsäuremethylester | 43,08 | Viridifloren | 55,84 |
| 2-Decanon | 43,20 | Methyl-geraniat | 55,94 |
| β -Citral | 43,84 | 2-Dodecanon 1 | 56,40 |
| Farnesol | 43,84 | Valencen | 56,75 |
| S-Methyl-heptanethionat | 44,00 | Epizonaren | 56,85 |
| β -Bourbonen | 44,60 | α -Copaen | 57,05 |
| 2-Nonanol | 44,9 | β -Selinen | 57,27 |
| Benzaldehyd | 45,29 | Zingiberen | 57,39 |
| α -Gurjunen 1 | 45,34 | α -Selinen | 57,56 |
| Methyl-4-nonenoat | 45,40 | Citral | 58,06 |
| Isobuttersäure-octylester | 46,40 | α -Gurjunen 2 | 58,07 |
| Linalool | 46,70 | α -Farnesen | 59,00 |
| Geranylvinylether | 46,88 | Geranylacetat | 59,46 |

Fortsetzung Tab. 7.1

| Substanz | RT | Substanz | RT |
|---------------------------------|-------|---------------------|-------|
| β -Cadinen | 59,50 | Elixen | 63,92 |
| γ -Cadinen | 59,63 | Calamenen | 64,20 |
| 3,7-Selinadien | 59,86 | Geraniol | 64,95 |
| Curcumen | 60,55 | Tetradecanon | 69,49 |
| Methylsalicylat | 60,79 | α -Calacoren | 69,51 |
| α -Cadinen | 61,01 | 2-Pentadecanon | 71,60 |
| α -Muurolen | 61,61 | Heptansäure | 72,00 |
| 3,6-Dodecadiensäure-methylester | 61,96 | Caryophyllenoxid 1 | 73,00 |
| Tridecanon | 62,67 | β -Santalol | 74,50 |
| Geranyl-isobutytrat | 62,84 | Humulen-2-epoxid | 75,52 |

RT = Retentionszeit

Bis jetzt wurden insgesamt 143 Substanzen bestimmt, damit sind sicher mehr als 99 % der quantitativ dominierenden Hopfenölkomponenten identifiziert. Es wurden auch ganz neue Substanzen entdeckt, die bisher in der Literatur noch nicht beschrieben waren, z.B. Perillen, Bergamoten, Santalol usw.

7.5.3 Untersuchungen über Schwefelverbindungen

Schwefelverbindungen kommen im ätherischen Öl des Hopfens nur in Spuren vor, sind jedoch für die Sensorik von Bedeutung, da sie sehr geringe Geruchsschwellenwerte besitzen. Besonders bei den „Special Flavor-Hopfen“ spielen Schwefelverbindungen eine Rolle. Schwefelverbindungen können sehr selektiv mit einem flammenphotometrischen Detektor gemessen werden, da Schwefelatome beim Verbrennen Licht mit einer Wellenlänge von 394 nm emittieren (Abb. 7.7).

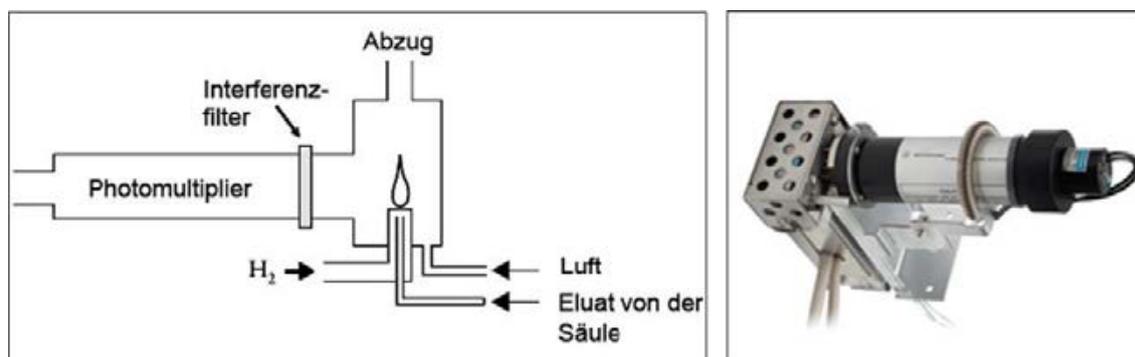


Abb. 7.7: Prinzip eines flammenphotometrischen Detektors

Abbildung 7.8 zeigt ein Chromatogramm der Sorte Polaris.

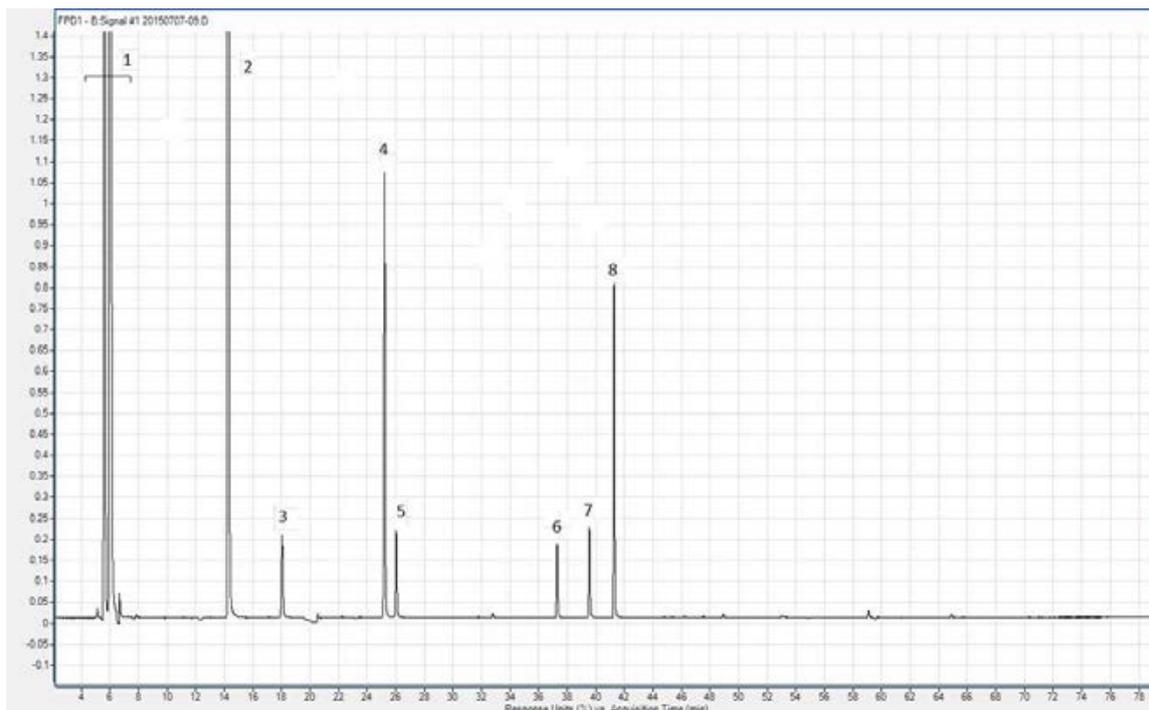


Abb. 7.8: Schwefelverbindungen der Sorte Polaris

Man kann gut erkennen, dass der Hopfen gar nicht so viele Hauptschwefelverbindungen hat, diese konnten mit Hilfe von Reinsubstanzen und Vergleich mit den Massenspektren eindeutig identifiziert werden (Tab. 7.2).

Tab. 7.2: Hauptschwefelverbindungen des Hopfens

| | |
|----|---|
| 1) | H ₂ S, Methylmercaptan, Dimethylsulfid |
| 2) | Dimethyldisulfid |
| 3) | S-Methyl-thiobutyrat |
| 4) | S-Methyl-thioisovalerat (Isomer) |
| 5) | S-Methyl-thioisovalerat |
| 6) | S-Methyl-thiohexanoat (Isomer) |
| 7) | 4-Mercapto-4-methyl-2-pentanon (schwarze Johannisbeere) |
| 8) | S-Methyl-thiohexanoat |

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

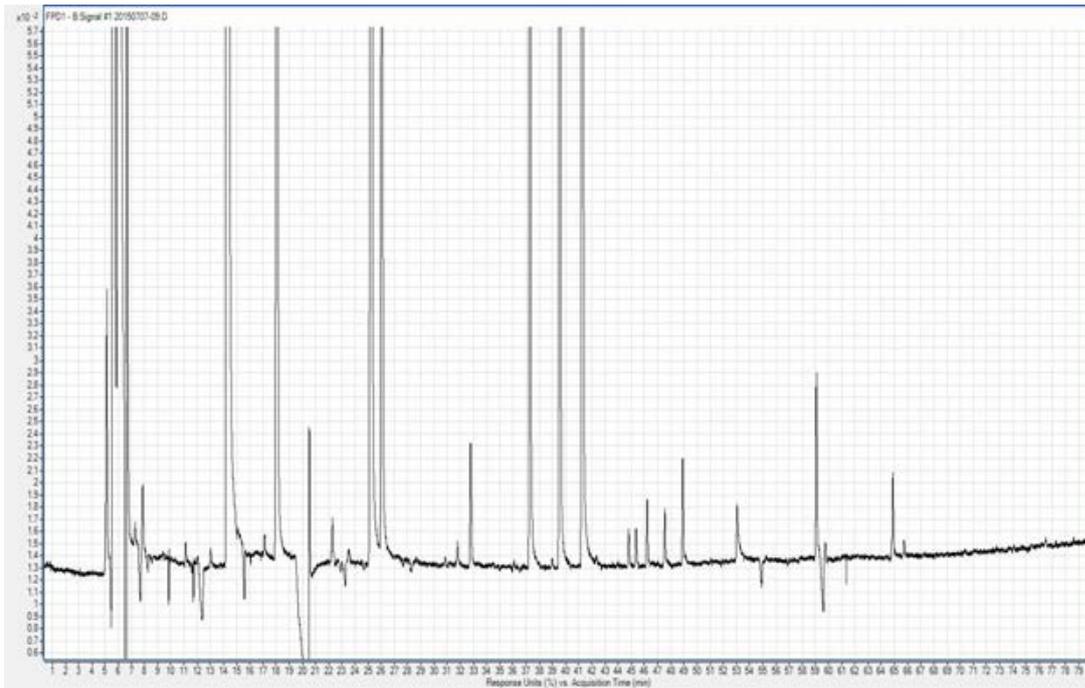


Abb. 7.9: Schwefelverbindungen der Sorte Polaris (höhere Auflösung)

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

Für die quantitative Auswertung ist ein flammenphotometrischer Detektor nicht so gut geeignet, da dessen Signale nicht linear sind. Abbildung 7.10 zeigt einen relativen qualitativen Vergleich von 4-MMP (4-Mercapto-4-methyl-2-pentanon) der neuen Hüller „Special Flavor-Hopfen“ zu Cascade.

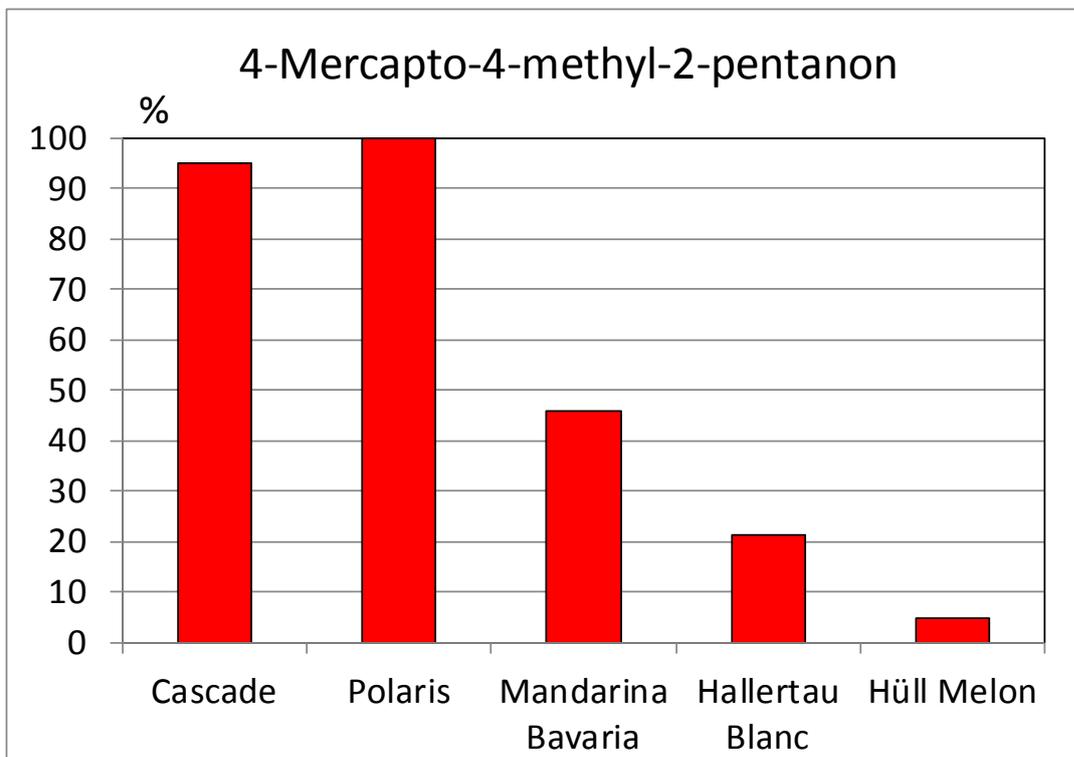


Abb. 7.10: Relativer 4-MMP-Gehalt der neuen Hüller „Special-Flavor-Hopfen“ im Vergleich zu Cascade

4-MMP ist nicht nur im Cascade enthalten, sondern auch in den neuen Hüller „Special-Flavor-Hopfen“. Die Sorte Polaris scheint mehr 4-MMP zu besitzen als die Sorte Cascade. Eine systematische Untersuchung des Welthopfensortiments wird sicher noch einige Überraschungen bringen.

7.5.4 Untersuchungen zur Biogenese von Schwefelverbindungen (Diplomarbeit Herr Hundhammer)

Laut einer Aussage von Kishimoto ist der 4-MMP-gehalt im amerikanischen Cascade größer als bei dieser Sorte in Deutschland angebaut. Der Grund dafür ist, dass in Deutschland Kupferpräparate eingesetzt werden und in den USA nicht. Kupfer kann Thiole binden, dies ist auch aus dem Weinbau schon lange bekannt. In einer ersten Arbeit sollte jedoch zunächst überprüft werden, ob Schwefelverbindungen auch vom Erntezeitpunkt abhängig sind. Da auch quantitative Aussagen gemacht werden sollten, wurden die Substanzen Dimethyldisulfid, S-Methyl-thioisovalerat, 4-Mercapto-4-methyl-2-pentanon und S-Methyl-thiohexanoat ausgewählt (Tab. 7.3). Von diesen Substanzen sind Standards für die quantitative Bestimmung erhältlich.

Tab. 7.3: Untersuchte Schwefelverbindungen

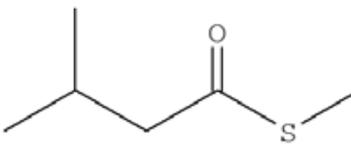
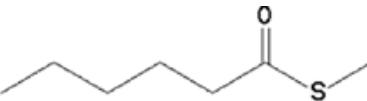
| Substanz | Formel | Eigenschaften |
|--------------------------------|---|---|
| Dimethyldisulfid |  | Dimethyldisulfid ist eine farblose Flüssigkeit mit schwefeligkohligartigem, an gekochtes Gemüse erinnerndem Geruch. |
| S-Methylthioisovalerat |  | S-Methylthioisovalerat ist eine farblose, klare Flüssigkeit, die in konzentrierter Form käsige, pilzartige oder auch vergorene Aromaeindrücke hinterlässt. |
| 4-Mercapto-4-methyl-2-pentanon |  | 4-MMP gilt als Leitsubstanz für das schwarze Johannisbeeraroma, in höheren Konzentrationen erinnert es an Katzenurin. |
| S-Methylthiohexanoat |  | Das in natürlicher Form im Hopfen, aber auch in tropischen Früchten vorkommende S-Methylthiohexanoat findet in Molkereien und bei der Käseherstellung Verwendung. Es ist eine durchsichtige, klare Flüssigkeit, die ein fruchtiges, tropisches Aroma besitzt. |

Tabelle 7.4 zeigt die ausgewählten Sorten und die Erntezeitpunkte. Ziel war, die neuen Hüller „Special Flavor-Hopfen“ mit der Sorte Cascade zu vergleichen.

Tab. 7.4: Ausgewählte Sorten und Erntezeitpunkte (2015)

| Sorte | Standort | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
|-------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Cascade | Stadelhof | | 25.08. | 01.09. | 08.09. | 15.09. | 22.09. |
| Mandarina Bavaria | Stadelhof | | 25.08. | 01.09. | 08.09. | 15.09. | 22.09. |
| Hallertau Blanc | Stadelhof | | 25.08. | 01.09. | 08.09. | 15.09. | 22.09. |
| Huell Melon | Stadelhof | | 25.08. | 01.09. | 08.09. | 15.09. | 22.09. |
| Polaris | Stadelhof | 19.08. | 25.08. | 01.09. | 08.09. | 15.09. | 22.09. |

Die quantitative Auswertung erfolgte mit dem Massenspektrometer über die Standard-Addition. Beim Standard-Additionsverfahren wird eine Probe geteilt und dann jeweils eine definierte Menge der zu quantifizierenden Verbindungen in aufsteigender Konzentration hinzugefügt („spiken“). Abb. 7.11 zeigt als Beispiel die Standardaddition von Dimethyldisulfid. Im Idealfall sollten bei der Messung lineare Kalibrierkurven erhalten werden. Durch eine Regressionsanalyse kann die Konzentration des Analyten in der ursprünglichen Probe berechnet werden. Im optimalen Fall sollten die Konzentrationen für die Kalibrierung in der gleichen Größenordnung sein, wie die Konzentration der Analyten in der eigentlichen Probe. Dies setzt voraus, dass man eine Vorkenntnis über den Gehalt in der Probe hat.

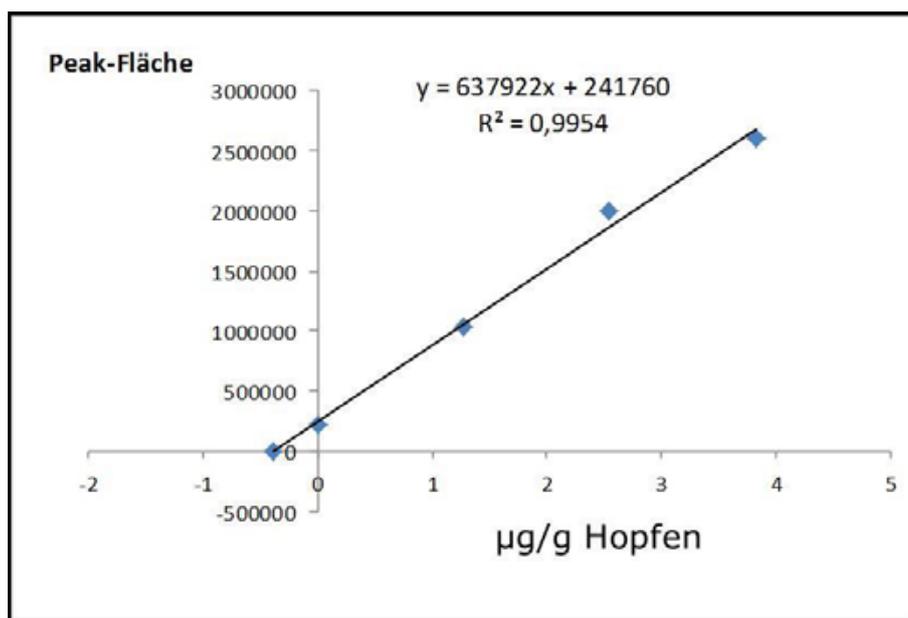


Abb. 7.11: Standardaddition von Dimethyldisulfid

Der Schnittpunkt der Gerade mit der X-Achse ist die Konzentration der gesuchten Substanz in der Probe.

Die Substanz 4-MMP war nicht bestimmbar, da die Empfindlichkeit des Massenspektrometers zu gering war und die Verbindung in keiner Probe gemessen werden konnte. Außerdem konnten keine linearen Kalibrierkurven erhalten werden. Thiole sind viel reaktiver als die entsprechenden Alkohole. Es ist denkbar, dass 4-MMP mit den Proteinen der Probe reagiert. Insbesondere die Aminosäure Cystein kann Thiole über Disulfidbrücken binden. Hier sind noch weitere Arbeiten nötig. Die Abbildungen 12-17 zeigen die Auswertungen und grafische Darstellung.

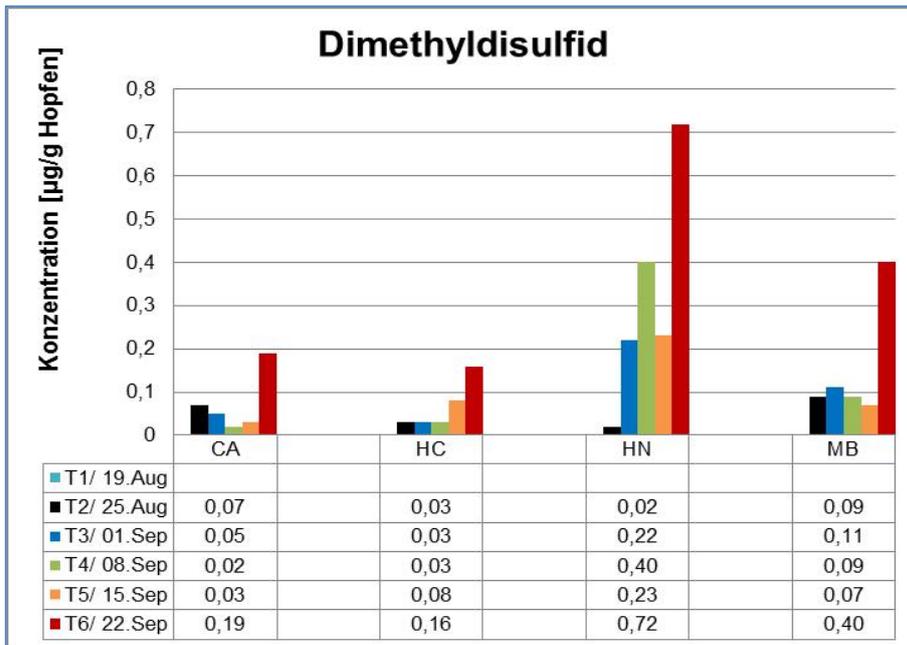


Abb. 7.12: Biogenese von Dimethyldisulfid bei CA, HC, HN MB

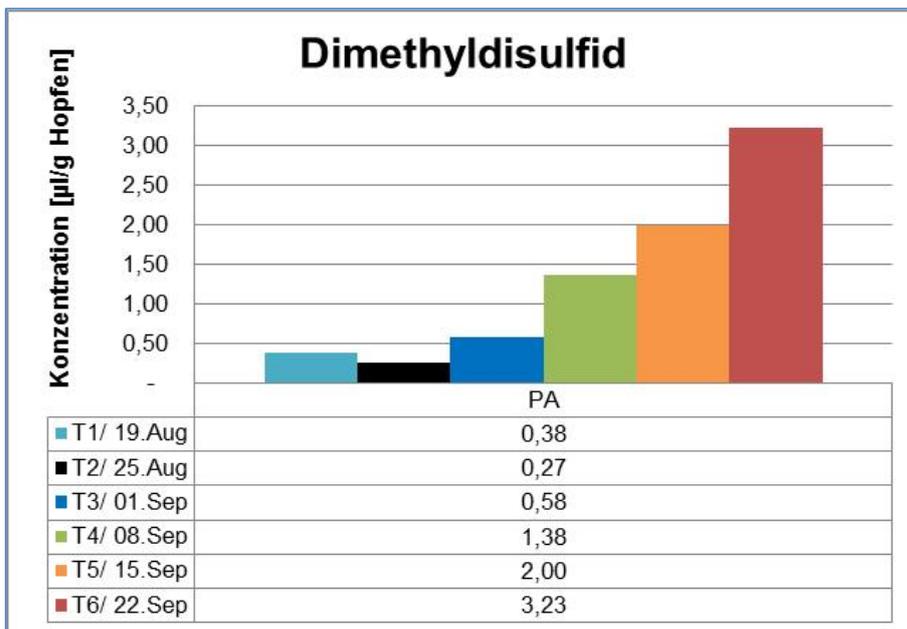


Abb. 7.13: Biogenese von Dimethyldisulfid bei Polaris

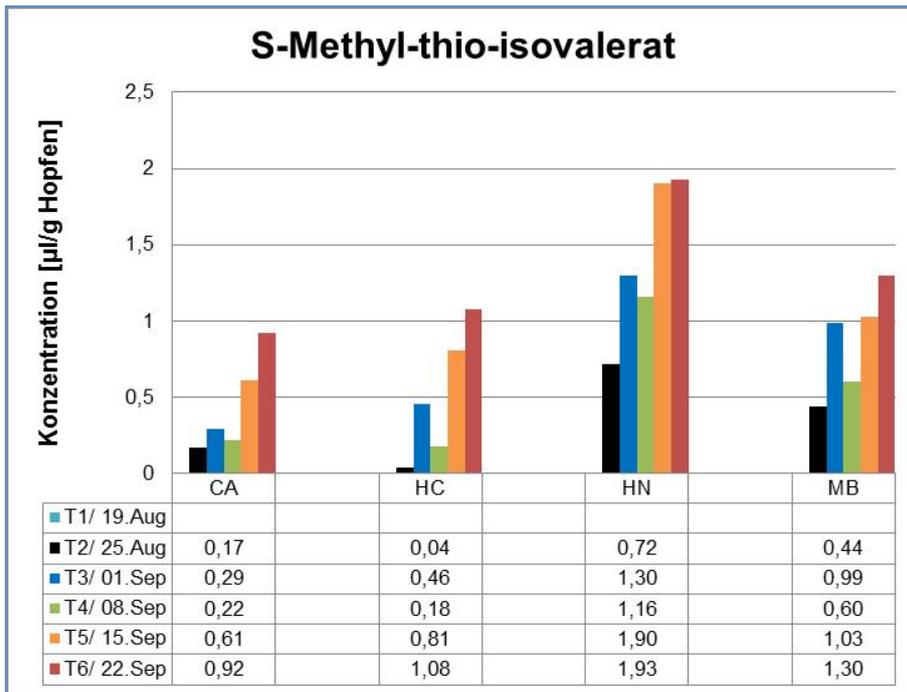


Abb. 7.14: Biogenese von S-Methyl-thio-isovalerat bei CA, HC, HN MB

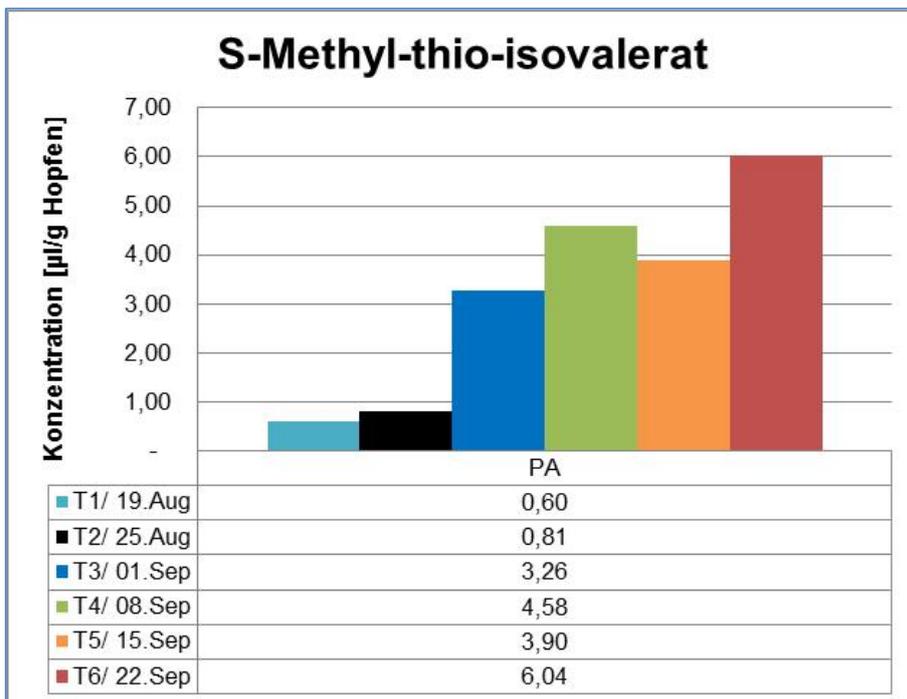


Abb. 7.15: Biogenese von S-Methyl-thio-isovalerat bei Polaris

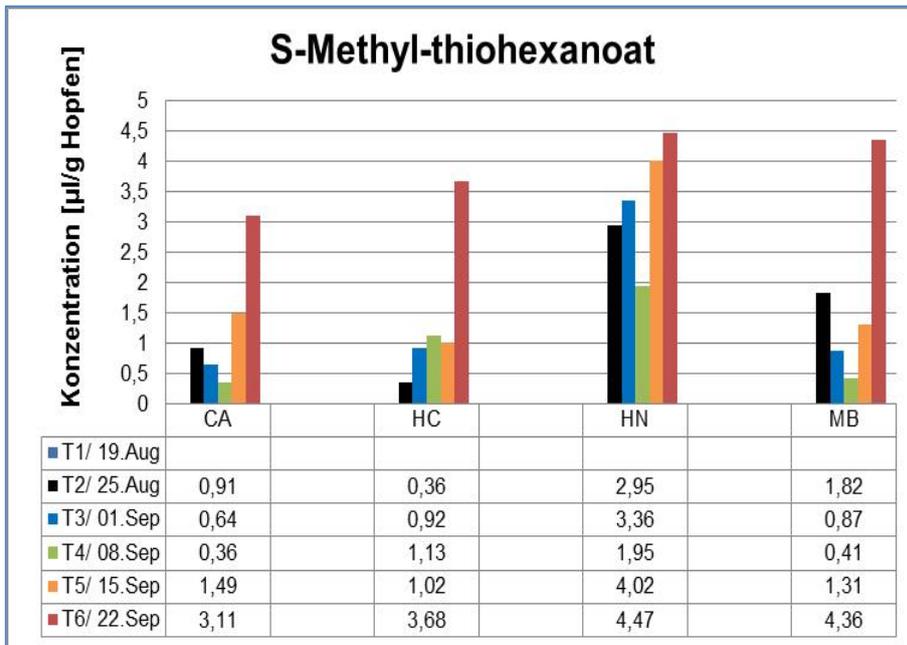


Abb. 7.16: Biogenese von S-Methyl-thio-iso-hexanoat bei CA, HC, HN, MB

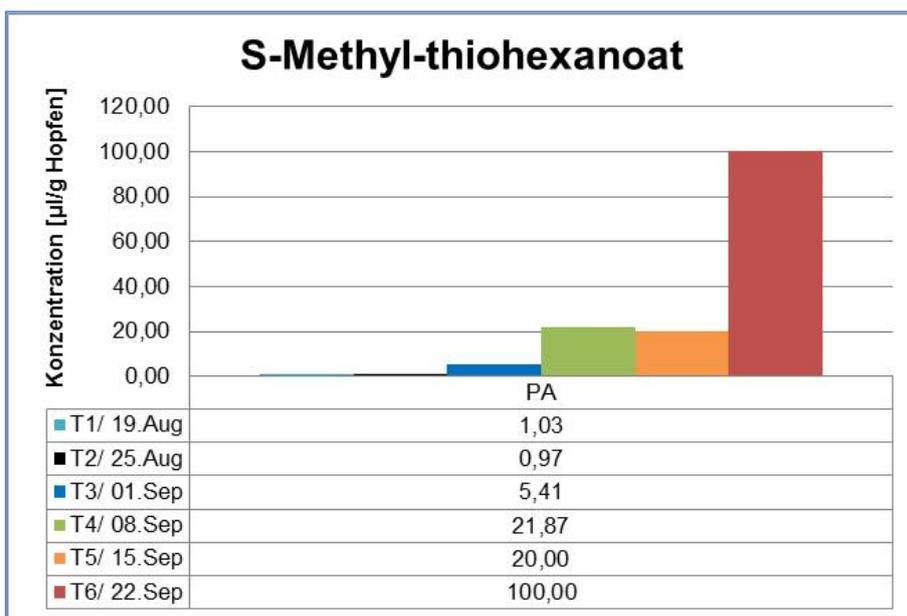


Abb. 7.17: Biogenese von S-Methyl-thiohexanoat bei Polaris

Diskussion:

Der Gehalt und die Zusammensetzung der Schwefelverbindungen sind eindeutig von der Sorte abhängig. Es gibt Sorten mit hohen Gehalten an Schwefelverbindungen und Sorten mit geringen Gehalten. Die Sorte Polaris hat einen sehr hohen Gehalt an Schwefelverbindungen, deshalb sind die Auswertungen auch separat dargestellt. Auch der Erntezeitpunkt hat einen signifikanten Einfluss. Alle Schwefelverbindungen steigen bei späteren Erntezeitpunkten stark an, was zu den bekannten zwiebelartigen und knoblauchartigen Aromen führt. Über den Einfluss von Umweltbedingungen ist bisher wenig bekannt, dazu müssten weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

7.6 Ringanalysen zur Ernte 2015

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 2015 hatte die Arbeitsgruppe IPZ 5d wieder die Aufgabe, Ringanalysen zu organisieren und auszuwerten, um die Qualität der α -Säureanalytik sicherzustellen.

Im Jahr 2015 haben sich folgende Laboratorien an dem Ringversuch beteiligt:

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

Der Ringversuch startete im Jahr 2015 am 8. September und endete am 6. November, da in dieser Zeit der Großteil der Hopfenpartien in den Laboratorien untersucht wurde. Insgesamt wurde der Ringversuch neunmal (9 Wochen) durchgeführt. Das Probenmaterial wurde dankenswerterweise von Herrn Hörmannsperger (Hopfenring Hallertau) zur Verfügung gestellt. Jede Probe wurde immer nur aus einem Ballen gezogen, um eine größtmögliche Homogenität zu gewährleisten. Jeweils am Montag wurden die Proben in Hüll mit einer Hammermühle vermahlen, mit einem Probenteiler geteilt, vakuumverpackt und zu den einzelnen Laboratorien gebracht. An den darauf folgenden Wochentagen wurde immer eine Probe pro Tag analysiert. Die Analysenergebnisse wurden eine Woche später nach Hüll zurückgegeben und dort ausgewertet. Im Jahr 2015 wurden insgesamt 34 Proben analysiert.

Die Auswertungen wurden so schnell wie möglich an die einzelnen Laboratorien weitergegeben. Die Abbildung 18 zeigt eine Auswertung als Beispiel, wie ein Ringversuch im Idealfall aussehen sollte. Die Nummerierung der Laboratorien (1-7) entspricht nicht der obigen Zusammenstellung. Die Berechnung der Ausreißertests erfolgt gemäß DIN ISO 5725. Innerhalb der Laboratorien wurde der Cochran-Test und zwischen den Laboratorien der Grubbs-Test gerechnet.

Nr. 11: HHE (29.09.2015)

| Labor | KW | | mittel | s | cvr |
|-------|------|------|--------|-------|-----|
| 1 | 2,64 | 2,65 | 2,65 | 0,007 | 0,3 |
| 2 | 2,61 | 2,64 | 2,63 | 0,021 | 0,8 |
| 3 | 2,77 | 2,80 | 2,79 | 0,021 | 0,8 |
| 4 | 2,76 | 2,73 | 2,75 | 0,021 | 0,8 |
| 5 | 2,60 | 2,64 | 2,62 | 0,028 | 1,1 |
| 6 | 2,76 | 2,89 | 2,83 | 0,092 | 3,3 |
| 7 | 2,70 | 2,77 | 2,74 | 0,049 | 1,8 |
| | | | | | |

| | |
|-------------|-------|
| mean | 2,71 |
| sr | 0,043 |
| sL | 0,076 |
| sR | 0,087 |
| vkR | 1,60 |
| vkR | 3,22 |
| r | 0,12 |
| R | 0,24 |
| Min | 2,60 |
| Max | 2,89 |

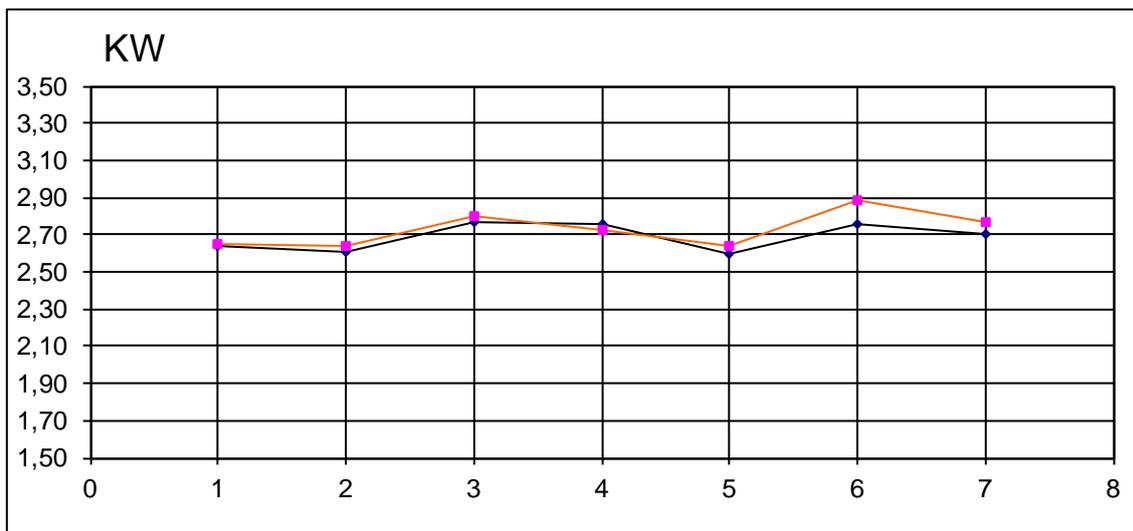


Abb. 7.18: Auswertung einer Ringanalyse

In der Tabelle 7.5 sind die Ausreißer des Jahres 2015 zusammengestellt.

Tab. 7.5: Ausreißer des Jahres 2015

| Probe | Cochran | | Grubbs | |
|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | $\alpha = 0,01$ | $\alpha = 0,05$ | $\alpha = 0,01$ | $\alpha = 0,05$ |
| 5 | 0 | 0 | 0 | Labor 7 |
| Gesamt: | 0 | 0 | 0 | 1 |

Seit dem Jahr 2013 gibt es 5 alpha-Klassen und neue Toleranzgrenzen. Tab. 7.6 zeigt die neue Einteilung und die Überschreitungen des Jahres 2015.

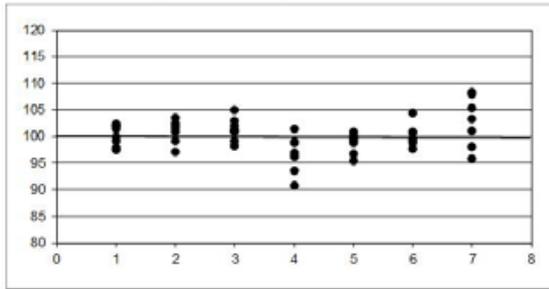
Tab. 7.6: Aktualisierte alpha-Säurenklassen und Toleranzgrenzen sowie deren Überschreitungen im Jahr 2015

| | < 5,0 % α -Säuren | 5,0 % - 8,0 % α -Säuren | 8,1 % - 11,0 % α -Säuren | 8,1 % - 11,0 % α -Säuren | > 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 2015 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |

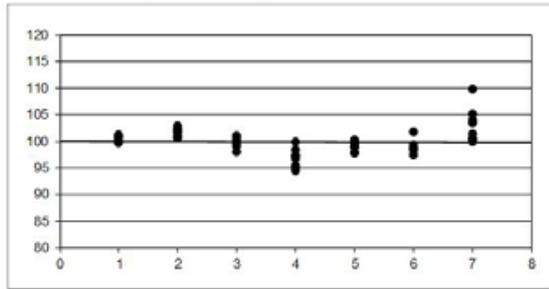
Im Jahr 2015 gab es zwei Überschreitungen der zugelassenen Toleranzgrenzen bei einer Probe mit einem alpha-Säuregehalt kleiner 5,0 % und einer Probe größer 14 %.

In der Abbildung 7.19 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.

Proben mit alpha-Säuregehalten < 5 %



Proben mit alpha-Säuregehalten $\geq 5\%$ und < 10 %



Proben mit alpha-Säuregehalten $\geq 10\%$

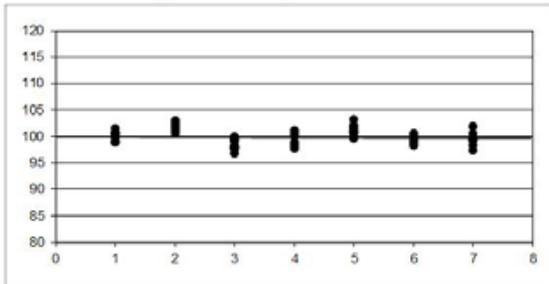


Abb. 7.19: Analysenergebnisse der Laboratorien relativ zum Mittelwert

Das Hüller Labor hat die Nummer 5.

7.6.1 Auswertung von Kontrolluntersuchungen

Zusätzlich zu den Ringversuchen werden seit dem Jahr 2005 Kontrolluntersuchungen durchgeführt, die die Arbeitsgruppe IPZ 5d auswertet und dann die Ergebnisse an die beteiligten Laboratorien sowie an den Hopfenpflanzer- und Hopfenwirtschaftsverband weitergibt. Ein Erstuntersuchungslabor wählt drei Proben pro Woche aus, die dann gemäß des Pflichtenhefts der AHA von drei verschiedenen Laboratorien analysiert werden. Der Erstuntersuchungswert gilt, wenn der Mittelwert der Nachuntersuchung und der Erstuntersuchungswert innerhalb der Toleranzgrenzen (Tab. 7.6) liegen. Tabelle 7.7 zeigt die Ergebnisse des Jahres 2015. Seit dem Jahr 2005 wurden bisher alle Erstuntersuchungswerte bestätigt.

Tab. 7.7: Kontrolluntersuchungen des Jahres 2015

| Probenbezeichnung | Erstuntersuchungs-labor | Erstunter-suchung | Nachuntersuchung | | | Mittel-wert | Ergebnis bestätigt |
|-------------------|-------------------------|-------------------|------------------|------|------|-------------|--------------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | | |
| 3429 HT | Agrolab | 5,1 | 4,9 | 4,9 | 4,9 | 4,90 | ja |
| 3378 PE | Agrolab | 6,0 | 5,9 | 5,9 | 6,0 | 5,93 | ja |
| 3597 TU | Agrolab | 10,4 | 10,2 | 10,3 | 10,5 | 10,33 | ja |
| KW 39 HHM | HHV AU | 12,0 | 11,8 | 11,8 | 12,3 | 11,97 | ja |
| KW 39 HTU | HHV AU | 13,4 | 12,8 | 12,9 | 13,2 | 12,97 | ja |
| KW 39 HHS | HHV AU | 15,8 | 15,4 | 15,6 | 15,7 | 15,57 | ja |
| QK 2539 HTU | NATECO2 Wolnzach | 11,6 | 11,6 | 11,7 | 11,8 | 11,70 | ja |
| QK 2583 HHS1 | NATECO2 Wolnzach | 13,3 | 13,2 | 13,3 | 13,6 | 13,37 | ja |
| QK 2588 HHS2 | NATECO2 Wolnzach | 13,2 | 13,1 | 13,2 | 13,6 | 13,30 | ja |
| KW 41 HHT 6321 | HVG Mainburg | 5,3 | 5,3 | 5,4 | 5,4 | 5,37 | ja |
| KW 41 HPE 16085 | HVG Mainburg | 5,1 | 5,1 | 5,2 | 5,2 | 5,17 | ja |
| KW 41 HHS 6665 | HVG Mainburg | 16,9 | 16,6 | 17,0 | 17,3 | 16,97 | ja |
| 7474 HC | Agrolab | 6,8 | 7,2 | 7,2 | 7,3 | 7,23 | ja |
| 7415 HM | Agrolab | 11,0 | 11,3 | 11,4 | 11,6 | 11,43 | ja |
| 7471 HS | Agrolab | 14,1 | 14,2 | 14,2 | 14,6 | 14,33 | ja |
| KW 43 HHM | HHV AU | 12,7 | 12,6 | 12,6 | 12,7 | 12,63 | ja |
| KW 43 HTU | HHV AU | 11,2 | 11,0 | 11,1 | 11,3 | 11,13 | ja |
| KW 43 HHS | HHV AU | 17,3 | 16,9 | 17,0 | 17,1 | 17,00 | ja |
| QK 3972 HNU | NATECO2 Wolnzach | 8,0 | 7,8 | 8,0 | 8,0 | 7,93 | ja |
| QK 3976 HHM | NATECO2 Wolnzach | 11,2 | 10,9 | 11,0 | 11,1 | 11,00 | ja |
| QK 3979 HTU | NATECO2 Wolnzach | 9,4 | 9,2 | 9,3 | 9,4 | 9,30 | ja |
| KW 45 87 49 HNU | HVG Mainburg | 9,3 | 9,1 | 9,3 | 9,4 | 9,27 | ja |
| KW 45 7451 HHS1 | HVG Mainburg | 13,7 | 13,5 | 13,6 | 13,9 | 13,67 | ja |
| KW 45 17291 HHS2 | HVG Mainburg | 16,0 | 15,8 | 15,9 | 16,2 | 15,97 | ja |
| 3429 HT | Agrolab | 5,1 | 4,9 | 4,9 | 4,9 | 4,90 | ja |
| 3378 PE | Agrolab | 6,0 | 5,9 | 5,9 | 6,0 | 5,93 | ja |
| 3597 TU | Agrolab | 10,4 | 10,2 | 10,3 | 10,5 | 10,33 | ja |

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

Im Herbst 2010 wurde von der AHA der internationale Kalibrierextrakt ICE 3 eingeführt. Das Hüller Labor hatte dabei die Aufgabe, α -Säuren in möglichst hoher Reinheit (>98 %) herzustellen, die für dessen Kalibrierung und Überprüfung als Standard benötigt werden. Die Stabilität des Kalibrierextrakts wird zweimal im Jahr von den AHA-Laboratorien überprüft. Aus einem CO₂-Extrakt mit einem hohen α -Säuregehalt wird zunächst durch Umsetzung mit ortho-Phenylendiamin der ortho-Phenylendiamin-Komplex dargestellt (Abb. 7.20).

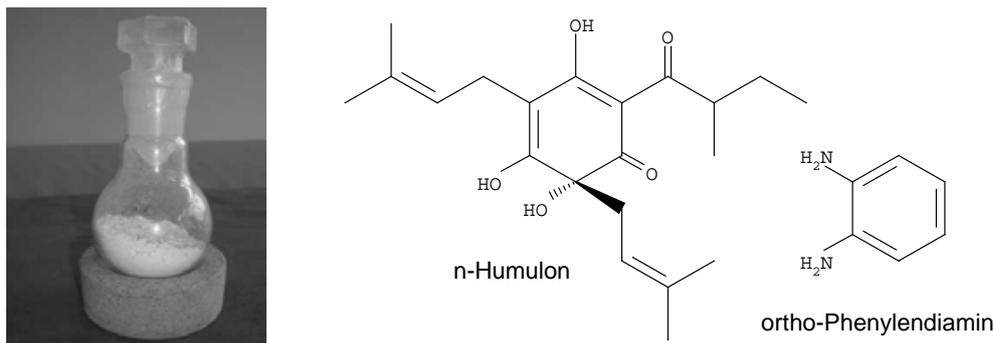


Abb. 7.20: Ortho-Phenylendiamin-Komplex und dessen chemische Struktur

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

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

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

Leonorus japonicus

Leonurin: 181 Doppelbestimmungen

Saposhnikovia divaricata

Prim-O-Glucosylcimifugin und 5-O-Methylvisamminosid: 9 Doppelbestimmungen

Salvia miltiorrhiza

Tanshinon IIA und Salvianolsäure B: 29 Doppelbestimmungen

7.9 Kontrolle der Sortenechtheit

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

| | |
|--|----|
| Sortenüberprüfungen für die Lebensmittelüberwachungsbehörden (Landratsämter) | 36 |
| davon Beanstandungen | 0 |

8 Veröffentlichungen und Fachinformationen

8.1 Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit

| | Anzahl | | Anzahl |
|--|--------|-----------------------------|--------|
| Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge | 35 | Führungen | 75 |
| LfL-Schriften | 2 | Ausstellungen / Poster | 4 / 23 |
| Pressemitteilungen | - | Aus- und Fortbildung | 16 |
| Beiträge in Rundfunk und Fernsehen | - | Diplomarbeiten | - |
| Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare | 29 | Mitarbeit in Arbeitsgruppen | 32 |
| Vorträge | 97 | Ausländische Gäste | 375 |

8.2 Veröffentlichungen

8.2.1 Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge

Graf, T., Beck, M.; Mauermeier, M.; Ismann, D.; Meier, M.; Baumgartner, A.; Potner, J. ; Schmidhalter U. (2015): A new approach for predicting the water balance of hops. Acta Horticulturae, Acta Horticulturae, Hrsg.: International Society of Horticultural Science

Hanke, St.; Schüll, F., Seigner, E.; Engelhard, B.; Lutz, A. (2015): Systematische Brauversuche mit neuen Zuchtstämmen aus Hüll - Systematic Brewing Trials with New Breeding Lines from Hüll. Hopfenrundschaue International, 2015/2016, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer, 92 - 95

Hanke, St.; Schüll, F., Seigner, E.; Lutz, A. (2015): Zuchtstämmen auf den Zahn gefühlt - Teil 2: weiterführende Brauversuche. Brauwelt Wissen, Nr. 42-43, Hrsg.: Fachverlag Hans Carl GmbH, 1230 - 1234

Hommel, M., Schaarschmidt, R.; Mösch, S.; Hirsch, J.; Reineke, A.; Schwarz, J. ; Sprick, P.; Ufer, T.; Weihrauch, F.; Wrede, A. (2015): Rüsselkäfer in Baumschulen und Staudengärtnereien - Wichtige Arten, Bestimmung und Bekämpfung mittels entomopathogener Nematoden. JKI Datenblätter – Pflanzenkrankheiten und Diagnose, 2015, 1, Hrsg.: Julius Kühn-Institut, 1 - 7

Jereb, M., Schwarz, J.; Weihrauch, F. (2015): Use and establishment of predatory mites for sustainable control of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in hop: report of the second season. DGaE-Nachrichten, 29(1), Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie, 27 - 27

Kammhuber, K. (2015): Ergebnisse von Kontroll- und Nachuntersuchungen für Alphaverträge der Ernte 2014. Hopfen Rundschau, 09, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer, 359 - 361

Lochner, H., Portner, J. (2015): Agrarwirtschaft-Fachstufe Landwirt. Berufsschullehrbuch, 10. überarbeitete Auflage, Hrsg.: blv Buchverlag, 197 - 205

Lutz, A., Seigner, E. (2015): Innovationen rund um die Hopfenzüchtung, 3, 1556 - 1558

Lutz, A.; Kammhuber, K., Hainzmaier, M.; Kneidl, J.; Petzina, C.; Wyschkon, B. (2015): Bonitierung und Ergebnisse für die Deutsche Hopfenausstellung 2015, 12, Hopfen-Rundschau, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer, 477 - 479

Lutz, M. (2015): Feldtag am Betrieb Mehrl rund um das Thema Hopfenputzen - Modellvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz im Hopfenbau. Hopfen-Rundschau, 66. Jahrgang; Nr. 7, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 273 - 274

Lutz, M. (2015): Feldtag am Betrieb Obster aus Buch rund um das Thema Spinnmilbenbekämpfung. Hopfen-Rundschau, 66. Jahrgang; Nr. 8, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 328 - 329

- Münsterer, J. (2015): Neue EDV-Version der Bayerischen Hopfenschlagkartei (HSK). Hopfen-Rundschau, 66. Jahrgang; Nr. 6, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 220
- Münsterer, J., Kammhuber, K.; Presl, T. (2015): Erntezeitpunkt, Trocknungstemperatur - was beeinflusst das Hopfenaroma. Brauwelt, Brauwelt, Nr. 33, Brauwelt, Hrsg.: Hans Carl Verlag, 958 - 960
- Portner, J. (2015): Hopfen 2015 - Grünes Heft. LfL-Information, 2015, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
- Portner, J. (2015): Internationale Grüne Woche 2015 in Berlin mit LfL-Stand. Hopfen-Rundschau, 66. Jahrgang; Nr. 2, Hrsg.: Verband deutscher Hopfenpflanzer, 60 - 69
- Portner, J. (2015): Gezielte Stickstoffdüngung des Hopfens nach DSN (Nmin). Hopfen-Rundschau, 66. Jahrgang; Nr. 4, Hrsg.: Verband deutscher Hopfenpflanzer, 136
- Portner, J. (2015): Übermittlung von Angaben im Hopfensektor. Hopfen-Rundschau, 66. Jahrgang; Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 179 - 180
- Portner, J., Brummer, A. (2015): Nmin-Untersuchung '15. Hopfen-Rundschau, 66. Jahrgang; Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 181
- Portner, J., Seigner, E. (2015): Hop Stunt Viroid- und Zitrusviroid-Monitoring. Hopfen-Rundschau, 66. Jahrgang; Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 182
- Portner, J. (2015): Zwischenfruchteinsatz im Hopfen für KuLaP-Betriebe (A33) mit dem alten Mulchsaatverfahren spätestens bis 30. Juni. Hopfen-Rundschau, 66. Jahrgang; Nr. 6, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 220
- Portner, J. (2015): Peronosporabekämpfung. Hopfen-Rundschau, 66. Jahrgang; Nr. 6, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 221
- Portner, J. (2015): Rebenhäcksel baldmöglichst ausbringen!. Hopfen-Rundschau, 66. Jahrgang; Nr. 8, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 327
- Portner, J. (2015): Berufsschüler besuchen Hopfenforschung in Hüll. Hopfen-Rundschau, 66. Jahrgang; Nr. 8, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 327
- Portner, J., Kammhuber, K. (2015): Fachkritik zur Moosburger Hopfenschau 2015. Hopfen-Rundschau, 66. Jahrgang; Nr. 10, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 388 - 393
- Schätzl, J. (2015): Pflanzenstandsbericht April 2015. Hopfen-Rundschau, 66. Jahrgang; Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 182
- Schätzl, J. (2015): Pflanzenstandsbericht Mai 2015. Hopfen-Rundschau, 66. Jahrgang; Nr. 6, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 222
- Schätzl, J. (2015): Pflanzenstandsbericht Juni 2015. Hopfen-Rundschau, 66. Jahrgang; Nr. 7, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 275
- Schätzl, J. (2015): Pflanzenstandsbericht Juli 2015. Hopfen-Rundschau, 66. Jahrgang; Nr. 8, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 329
- Schätzl, J. (2015): Pflanzenstandsbericht August 2015. Hopfen-Rundschau, 66. Jahrgang; Nr. 9, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 362
- Schüll, F., Hanke, S.; Seigner, E.; Lutz, A.; Becker, T. (2015): Zuchtstämmen auf den Zahn gefühlt - TEIL 1 - Screening. Brauwelt Wissen, 41, Hrsg.: Fachverlag Hans Carl GmbH, 1186 - 1189
- Seigner, E. (2015): Sortenliste des Internationalen Hopfenbaubüros - 2014. Hopfen-Rundschau, 01, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer, 18 - 28
- Seigner, E., Seigner, L.; Lutz, A. (2015): Monitoring von gefährlichen Viren und Viroiden in deutschen Hopfengärten. Brauwelt Wissen, Nr. 26, Hrsg.: Fachverlag Hans Carl GmbH, 757 - 760
- Seigner, E.; Lutz, A. (2015): Kreuzungsprogramm mit der Landsorte Tettninger - Cross-breeding program with the landrace Tettninger. Hopfenrundschau International, 2015/2016, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer, 66 - 67
- Seigner, L., Seigner, E., Lutz, A. (2015): Monitoring of dangerous virus and viroids in German hop gardens. Brauwelt International, VI, Vol. 33, 376-379.
- Wehrauch, F., Jereb, M. (2015): Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen - BÖLN-Projekt 2812NA014; 2. Zwischenbericht 2014

8.2.2 LfL-Schriften

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

8.3 Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen

8.3.1 Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare

| Veranstaltet durch | Thema | Teilnehmer | Datum/Ort |
|---|--|--|--|
| Portner, J.; Graf, T.; Lutz, M.; Fischer, E.; IPZ 5a | Internationale Grüne Woche 2015 in Berlin | Verbraucher | 15.01.15 Berlin |
| Münsterer, J.; IPZ 5a | Workshop Hopfentrocknung | Hopfenpflanzer mit Hordendarren | 22.01.15 Wolnzach |
| Portner, J.; IPZ 5a | Treffen AK-Hopfen | Arbeitskreismitglieder | 29.01.15 Unterman- telkirchen |
| Lutz, A.; IPZ 5c; | Bierverkostung - Brauver- suche mit Hüller Zuchtstämmen | Hopfen-Beratungsgremium, Hopfenwirtschaft | 03.02.15 Freising |
| Portner, J.; IPZ 5a | Treffen AK-Hopfen | Arbeitskreismitglieder Hopfen | 02.03.15 Haunsbach |
| Portner, J.; IPZ 5a | Beiratssitzung | Beiräte Hopfenring | 03.03.15 Aiglsbach |
| Portner, J.; IPZ 5a | Treffen AK-Hopfen | Arbeitskreismitglieder Hopfen | 09.03.15 Mitterstetten |
| Portner, J.; IPZ 5a | Besprechung Grünes Heft | Wissenschaftler und Fachbera- ter Hopfen | 10.03.15 Wolnzach |
| Portner, J.; IPZ 5a | Sitzung Fachbeirat und Fachreferenten für PS- Geräte-technik des JKI | Wissenschaftler und Fachbera- ter Hopfen | 11.-12.03.15 Monheim |
| Lutz, A.; IPZ 5c | Bierverkostung mit Hüller Zuchtstämmen im Groß- flächenversuchsanbau | Brauer, Hopfenhändler, Hopfenpflanzer | 17.03.15 Freising |
| Portner, J.; Lutz, M.; IPZ 5a | Arbeitstagung und Projektratssitzung DIPS | Projektleiter und Projektbear- beiter des Modellvorhabens Demonstrationsbetriebe Inte- grierter Pflanzenschutz - Teil- projekt Hopfen" | 18.-19.03.15 Berlin |
| Portner, J.; IPZ 5a | Besprechung der De- monstrationsbetriebe IPS - Hopfen | Demonstrationsbetriebe inte- grierter Pflanzenschutz - Hop- fen | 16.04.15 Wolnzach |
| Weihrauch, F.; Jereb, M.; Wörner, L.; IPZ 5b | Sommerexkursion des Arbeitskreises Ökologi- scher Hopfenbau | Internationale Öko- Hopfenpflanzer und Hopfen- wissenschaftler | 07.-08.07.15 Obernai, Elsass, FR |
| Lutz, A.; Seigner, E.; IPZ 5c | Beratungsgremium der GfH | Hopfen- und Brauwirtschaft | 16.07.15 Hüll |

| Veranstaltet durch | Thema | Teilnehmer | Datum/Ort |
|--|---|--|-------------------------------------|
| Portner, J.; IPZ 5a | Beiratssitzung Hopfenpflanzerverband Hallertau | Beiräte und Gäste Hopfenpflanzerverband Hallertau | 16.07.15 Aiglsbach |
| Portner, J.; IPZ 5a | Internationaler Hopfenbaukongress des IHB | Int. Hopfenpflanzer, Experten der Hopfen- u. Brauwirtschaft | 26.-30.07.15 Bad Gögging |
| Weihrauch, F.; Wörner, L.; IPZ 5b | Meeting of the Commodity Expert Group (CEG) Minor Uses in Hops | Internationale Pflanzenschutzexperten Hopfen | 27.07.15 Bad Gögging |
| Portner, J.; IPZ 5a | Treffen AK-Hopfen | Arbeitskreismitglieder Hopfen | 03.08.15 Einthal |
| Weihrauch, F.; IPZ 5b | Administrative Meeting of the Scientific-Technical Commission (STC) of the International Hop Growers' Convention (IHGC) | Internationale Hopfenwissenschaftler | 05.08.15 Yakima, WA, USA. |
| Weihrauch, F.; IPZ 5b | IV. Humulus Symposium of the International Society for Horticultural Science (ISHS) | Internationale Hopfenwissenschaftler und Experten der Hopfen- und Brauwirtschaft | 05.-08.08.15 Yakima, WA, USA. |
| Lutz, A.; Seigner, E.; Kneidl, J.; Ismann, D.; IPZ 5c | Hopfen-Beratungsgremium | Mitglieder des Beratungsgremiums der GfH | 14.10.15 Hüll |
| Sichelstiel, W.; Weihrauch, F.; Wörner, L.; IPZ 5b | Meeting of the Commodity Expert Group (CEG) Minor Uses in Hops | Internationale Pflanzenschutzexperten Hopfen | 09.11.15 Nürnberg |
| Sichelstiel, W.; IPZ 5b | Meeting of the Chairs of Commodity Expert Groups | Vorsitzenden der Commodity Expert Groups | 16.11.15 Brüssel |
| Portner, J.; IPZ 5a | Treffen AK-Hopfen | Arbeitskreismitglieder Hopfen | 16.11.15 Haunsbach |
| Portner, J.; IPZ 5a | Ehrung der Preisträger der Moosburger Hopfenschau | Preisträger der Moosburger Hopfenschau aus dem Landkreis Kelheim | 17.11.15 Kelheim |
| Portner, J.; IPZ 5a | Beiratssitzung Hopfenpflanzerverband Hallertau | Beiräte und Gäste Hopfenpflanzerverband Hallertau | 20.11.15 Niederlauterbach |
| Portner, J.; Sichelstiel, W.; Seigner, E.; Lutz, A.; Kammhuber, K.; Weihrauch, F.; IPZ 5 | GfH-Jahresgespräch | Vorstand der Gesellschaft für Hopfenforschung und Wissenschaftler des Arbeitsbereichs Hopfen der LfL | 26.11.15 Hüll |
| Portner, J.; IPZ 5a | Treffen AK-Hopfen | Arbeitskreismitglieder Hopfen | 14.12.15 Aiglsbach |
| Portner, J.; IPZ 5a | Beiratssitzung Hopfenring | Beiräte und Gäste des Hopfenrings | 15.12.15 Osterwaal |

8.3.2 Vorträge

| AG | Referent | Titel | Veranstalter/ Besucher | Datum | Ort |
|--------|----------|---|--|----------|---------------------|
| IPZ 5a | Fuß, S. | Vergleich der Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln in AUT zu GER | Hopfenbaugenossenschaft Mühlviertel 55 Hopfenpflanzer aus Österreich | 27.02.15 | 4170 Haslach |
| IPZ 5a | Fuß, S. | Hopfenputzen und Ungras-/Unkrautbekämpfung 2015 | Hopfenpflanzerverband Elbe-Saale 45 Hopfenpflanzer Elbe-Saale Hopfenbaugebiet | 03.06.15 | Gävernitz |
| IPZ 5a | Fuß, S. | Pflücktechnik | Internationales Hopfenbaubüro, Hopfenpflanzerverband, Hopfenwirtschaftsverband 170 internationale Hopfenpflanzer, Experten der Hopfen- und Brauwirtschaft | 28.07.15 | Altdürnbuch, Biburg |
| IPZ 5a | Fuß, S. | Sensorspritze zur Einzelpflanzenbehandlung/Neuerungen bei Sprühgeräten | Internationales Hopfenbaubüro, Hopfenpflanzerverband, Hopfenwirtschaftsverband 170 internationale Hopfenpflanzer, Experten der Hopfen- und Brauwirtschaft | 29.07.15 | Hüll |
| IPZ 5a | Fuß, S. | Sensorspritze zur Einzelpflanzenbehandlung | Landkreis Freising und Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V. 120 Gäste der Hopfenrundfahrt 2015 | 27.08.15 | Hüll |
| IPZ 5a | Fuß, S. | Ökonomik Hopfenproduktion Elbe Saale 2015 | Hopfenpflanzerverband Elbe - Saale 40 Hopfenpflanzer Anbaugebiet Elbe Saale | 02.12.15 | Höfgen |
| IPZ 5a | Graf, T. | Neues aus der Hopfenforschung | TUM 15 Mitarbeiter der Arbeitsgruppe Pflanzenernährung | 06.03.15 | Freising |
| IPZ 5a | Graf, T. | Irrigation experiments in hops | ISHS 100 internationale Hopfenforscher | 05.08.15 | Yakima |
| IPZ 5a | Graf, T. | Investigation of the rootstock and water reserves of hop | ISHS 50 internationale Hopfenforscher | 07.08.15 | Yakima |
| IPZ 5a | Graf, T. | Irrigation experiments on hop | ISHS 50 internationale Hopfenforscher | 07.08.15 | Yakima |
| IPZ 5a | Graf, T. | Bewässerungsmanagement im Hopfenbau | LfL 20 Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft (DBG) | 05.09.15 | Neustadt (Donau) |

| AG | Referent | Titel | Veranstalter/ Besucher | Datum | Ort |
|--------|----------|--|---|----------|------------------|
| IPZ 5a | Graf, T. | Das Wurzelsystem von Hopfen | AELF 70 Wurzelforscher aus Österreich, Schweiz und Deutschland | 14.09.15 | Pfaffenhofen |
| IPZ 5a | Lutz, M. | Erste Erfahrungen mit dem Modellvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz im Hopfenbau" | Beiselen GmbH 25 Mitarbeiter des Landhandels | 30.01.15 | Hebrontshausen |
| IPZ 5a | Lutz, M. | Erste Erfahrungen mit dem Modellvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz im Hopfenbau" | Lfl + AELF Roth 18 Hopfenpflanzer | 02.02.15 | Hedersdorf |
| IPZ 5a | Lutz, M. | Erste Erfahrungen mit dem Modellvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz im Hopfenbau" | LfL + AELF Roth 40 Hopfenpflanzer | 02.02.15 | Spalt |
| IPZ 5a | Lutz, M. | Erste Erfahrungen mit dem Modellvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz im Hopfenbau" | LfL + AELF Pfaffenhofen 40 Hopfenpflanzer | 03.02.15 | Lindach |
| IPZ 5a | Lutz, M. | Erste Erfahrungen mit dem Modellvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz im Hopfenbau" | LfL + AELF Pfaffenhofen 120 Hopfenpflanzer | 04.02.15 | Niederlauterbach |
| IPZ 5a | Lutz, M. | Erste Erfahrungen mit dem Modellvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz im Hopfenbau" | LfL + AELF Erding 60 Hopfenpflanzer | 05.02.15 | Osselshausen |
| IPZ 5a | Lutz, M. | Erste Erfahrungen mit dem Modellvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz im Hopfenbau" | LfL 35 Hopfenpflanzer | 06.02.15 | Oberhatzkofen |
| IPZ 5a | Lutz, M. | Erste Erfahrungen mit dem Modellvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz im Hopfenbau" | LfL + AELF Abensberg 45 Hopfenpflanzer | 09.02.15 | Biburg |

| AG | Referent | Titel | Veranstalter/ Besucher | Datum | Ort |
|--------|---------------|--|--|----------|------------------|
| IPZ 5a | Lutz, M. | Erste Erfahrungen mit dem Modellvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz im Hopfenbau" | LfL + AELF Abensberg 140 Hopfenpflanzer | 10.02.15 | Mainburg |
| IPZ 5a | Lutz, M. | Erste Erfahrungen mit dem Modellvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz im Hopfenbau" | LfL 40 Hopfenpflanzer | 13.02.15 | Tettenwang |
| IPZ 5a | Lutz, M. | Erste Erfahrungen mit dem Modellvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz im Hopfenbau" | Gesellschaft für Hopfenforschung 35 TN - Vorstand und Technisch-Wissenschaftlicher Arbeitsausschuss der GfH | 14.04.15 | Wolnzach |
| IPZ 5a | Lutz, M. | Erfahrungen mit dem Modellvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz im Hopfenbau" | Internationales Hopfenbaubüro 140 TN aus 14 Hopfenbaunationen (Politik, Hopfenwirtschaftsverbände, staatliche Institutionen, Hopfenpflanzer | 30.07.15 | Bad Gögging |
| IPZ 5a | Lutz, M. | Erfahrungen mit dem Modellvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz im Hopfenbau" | Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V. 70 TN | 28.08.15 | Geibenstein |
| IPZ 5a | Münsterer, J. | Neue Erkenntnisse zur Leistungssteigerung und Energieeffizienz von Hopfentrocknungsanlagen | LfL+AELF Roth 18 Hopfenpflanzer | 02.02.15 | Hedersdorf |
| IPZ 5a | Münsterer, J. | Neue Erkenntnisse zur Leistungssteigerung und Energieeffizienz von Hopfentrocknungsanlagen | LfL+AELF Roth 40 Hopfenpflanzer | 02.02.15 | Spalt |
| IPZ 5a | Münsterer, J. | Neue Erkenntnisse zur Leistungssteigerung und Energieeffizienz von Hopfentrocknungsanlagen | LfL+AELF Pfaffenhofen 48 Hopfenpflanzer | 03.02.15 | Lindach |
| IPZ 5a | Münsterer, J. | Vorsprung durch Wissen: Fakten und Mythen zur Markeule | LfL+AELF Pfaffenhofen 48 Hopfenpflanzer | 03.02.15 | Lindach |
| IPZ 5a | Münsterer, J. | Neue Erkenntnisse zur Leistungssteigerung und Energieeffizienz von Hopfentrocknungsanlagen | LfL+AELF Pfaffenhofen 120 Hopfenpflanzer | 04.02.15 | Niederlauterbach |

| AG | Referent | Titel | Veranstalter/ Besucher | Datum | Ort |
|--------|---------------|--|--|----------|---------------------|
| IPZ 5a | Münsterer, J. | Neue Erkenntnisse zur Leistungssteigerung und Energieeffizienz von Hopfentrocknungsanlagen | LfL+AELF Erding 60 Hopfenpflanzer | 05.02.15 | Osselts- hausen |
| IPZ 5a | Münsterer, J. | Neue Erkenntnisse zur Leistungssteigerung und Energieeffizienz von Hopfentrocknungsanlagen | LfL 35 Hopfenpflanzer | 06.02.15 | Ober- hatzkofen |
| IPZ 5a | Münsterer, J. | Neue Erkenntnisse zur Leistungssteigerung und Energieeffizienz von Hopfentrocknungsanlagen | LfL+AELF Abensberg 45 Hopfenpflanzer | 09.02.15 | Biburg |
| IPZ 5a | Münsterer, J. | Neue Erkenntnisse zur Leistungssteigerung und Energieeffizienz von Hopfentrocknungsanlagen | LfL+AELF Abensberg 140 Hopfenpflanzer | 10.02.15 | Mainburg |
| IPZ 5a | Münsterer, J. | Neue Erkenntnisse zur Leistungssteigerung und Energieeffizienz von Hopfentrocknungsanlagen | LfL 40 Hopfenpflanzer | 13.02.15 | Tetten- wang |
| IPZ 5a | Münsterer, J. | Vorsprung durch Wissen: Fakten und Mythen zur Markeule | LfL 40 Hopfenpflanzer | 13.02.15 | Tetten- wang |
| IPZ 5a | Portner, J. | Novellierung der Düngerverordnung - Änderungen für die Hopfenpflanzer | Fa. Beiselen 15 Landhandelsvertre- ter | 30.01.15 | Hebronts- hausen |
| IPZ 5a | Portner, J. | Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2015 | Fa. Beiselen 15 Landhandelsvertre- ter | 30.01.15 | Hebronts- hausen |
| IPZ 5a | Portner, J. | Novellierung der Düngerverordnung - Änderungen für die Hopfenpflanzer | LfL+AELF Roth 18 Hopfenpflanzer | 02.02.15 | Heders- dorf |
| IPZ 5a | Portner, J. | Novellierung der Düngerverordnung - Änderungen für die Hopfenpflanzer | LfL+AELF Roth 40 Hopfenpflanzer | 02.02.15 | Spalt |
| IPZ 5a | Portner, J. | Novellierung der Düngerverordnung - Änderungen für die Hopfenpflanzer | LfL+ AELF Pfaffenhofen 48 Hopfenpflanzer | 03.02.15 | Lindach |
| IPZ 5a | Portner, J. | Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2015 | LfL+ AELF Pfaffenhofen 48 Hopfenpflanzer | 03.02.15 | Lindach |

| AG | Referent | Titel | Veranstalter/ Besucher | Datum | Ort |
|--------|---------------|--|--|----------|--------------------|
| IPZ 5a | Portner, J. | Novellierung der Düngeverordnung - Änderungen für die Hopfenpflanzer | LfL+ AELF Pfaffenhofen 120 Hopfenpflanzer | 04.02.15 | Niederlauterbach |
| IPZ 5a | Portner, J. | Novellierung der Düngeverordnung - Änderungen für die Hopfenpflanzer | LfL+AELF Erding 60 Hopfenpflanzer | 05.02.15 | Osselshausen |
| IPZ 5a | Portner, J. | Novellierung der Düngeverordnung - Änderungen für die Hopfenpflanzer | LfL 35 Hopfenpflanzer | 06.02.15 | Oberhatzkofen |
| IPZ 5a | Portner, J. | Novellierung der Düngeverordnung - Änderungen für die Hopfenpflanzer | LfL+ AELF Abensberg 45 Hopfenpflanzer | 09.02.15 | Biburg |
| IPZ 5a | Portner, J. | Novellierung der Düngeverordnung - Änderungen für die Hopfenpflanzer | LfL+ AELF Abensberg 140 Hopfenpflanzer | 10.02.15 | Mainburg |
| IPZ 5a | Portner, J. | Novellierung der Düngeverordnung - Änderungen für die Hopfenpflanzer | LfL 40 Hopfenpflanzer | 13.02.15 | Tettenwang |
| IPZ 5a | Portner, J. | Aktuelles zum Pflanzenschutz 2015 im Hopfen | IGN 30 Hopfenpflanzer der IGN | 20.05.15 | Niederlauterbach |
| IPZ 5a | Portner, J. | Nachhaltige Hopfenproduktion aus ökonomischer Sicht | IGN 60 Hopfenpflanzer und Gäste aus der Hopfen- und Brauwirtschaft | 20.08.15 | Niederlauterbach |
| IPZ 5a | Portner, J. | Fachkritik Hopfen 2015 | Stadt Moosburg a.d. Isar 100 Hopfen- und Gerstenaussteller sowie Gäste der Moosburger Hopfenschau | 17.09.15 | Moosburg a.d. Isar |
| IPZ 5a | Schätzl, J. | Aktuelles zum Pflanzenschutz 2015 | AELF Roth+LfL 43 Hopfenpflanzer und Gäste aus Spalt | 03.06.15 | Spalt |
| IPZ 5a | Schätzl, J. | Peronospora-Warndienst | Hopfenpflanzerverband/LfL 90 TN des Internationalen Hopfenbaukongresses | 29.07.15 | Hüll |
| IPZ 5a | Schätzl, J. | Peronospora-Warndienst | Landkreis Freising 70 Hopfenpflanzer Lkr. FS | 04.08.15 | Lutzmannsdorf |
| IPZ 5a | Schätzl, J. | Peronospora-Warndienst | Ring junger Hopfenpflanzer, LfL 90 Hopfenpflanzer | 05.08.15 | Lutzmannsdorf |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Vorsprung durch Wissen: Fakten und Mythen zur Markeule | LfL + AELF Roth 18 Hopfenpflanzer | 02.02.15 | Hedersdorf |

| AG | Referent | Titel | Veranstalter/ Besucher | Datum | Ort |
|--------|---------------|--|---|----------|---------------------------------|
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Vorsprung durch Wissen: Fakten und Mythen zur Markeule | LfL + AELF Roth 40 Hopfenpflanzer | 02.02.15 | Spalt |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2015 | LfL + AELF Roth 18 Hopfenpflanzer | 02.02.15 | Hedersdorf |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2015 | LfL + AELF Roth 40 Hopfenpflanzer | 02.02.15 | Spalt |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Fungizide im ökologischen Hopfenbau: Aktuelle Versuchsergebnisse 2014 | Bioland 30 Landwirte und Berater im ökologischen Hopfenbau | 03.02.15 | Berching - Kloster Plankstetten |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Vorsprung durch Wissen: Fakten und Mythen zur Markeule | LfL + AELF Pfaffenhofen 120 Hopfenpflanzer | 04.02.15 | Niederlauterbach |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2015 | LfL + AELF Pfaffenhofen 120 Hopfenpflanzer | 04.02.15 | Niederlauterbach |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Vorsprung durch Wissen: Fakten und Mythen zur Markeule | LfL + AELF Erding 60 Hopfenpflanzer | 05.02.15 | Osselshausen |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2015 | LfL + AELF Erding 60 Hopfenpflanzer | 05.02.15 | Osselshausen |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Vorsprung durch Wissen: Fakten und Mythen zur Markeule | LfL 35 Hopfenpflanzer | 06.02.15 | Oberhatzkofen |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2015 | LfL 35 Hopfenpflanzer | 06.02.15 | Oberhatzkofen |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Vorsprung durch Wissen: Fakten und Mythen zur Markeule | LfL + AELF Abensberg 45 Hopfenpflanzer | 09.02.15 | Biburg |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2015 | LfL + AELF Abensberg 45 Hopfenpflanzer | 09.02.15 | Biburg |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Vorsprung durch Wissen: Fakten und Mythen zur Markeule | LfL + AELF Abensberg 140 Hopfenpflanzer | 10.02.15 | Mainburg |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2015 | LfL + AELF Abensberg 140 Hopfenpflanzer | 10.02.15 | Mainburg |

| AG | Referent | Titel | Veranstalter/ Besucher | Datum | Ort |
|--------|---------------|---|--|----------|------------------|
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Introduction to the CEG Minor Uses in Hops | Internationales Hopfenbaubüro, Hopfenpflanzerverband, Hopfenwirtschaftsverband 120 internationale Hopfenpflanzer, Experten der Hopfen- und Brauwirtschaft | 27.07.15 | Bad Gögging |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Demonstrationsbetrie-be Integrierter Pflanzenschutz - Grundlagen | Internationales Hopfenbaubüro, Hopfenpflanzerverband, Hopfenwirtschaftsverband 100 internationale Hopfenpflanzer, Experten der Hopfen- und Brauwirtschaft | 30.07.15 | Bad Gögging |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Rosy rustic moth as a hop pest in the Hallertau: History and current situation | International Society for Horticultural Science, Hopsteiner 65 internationale TN aus Hopfenforschung, Brau- und Hopfenwirtschaft | 07.08.15 | Yakima, WA, USA |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Saisonrückblick in der Kultur Hopfen und Ergebnisse des Kupfer-Monitorings 2010-2015 | JKI und BÖLW 65 Vertreter von Landes- und Bundesbehörden aus dem Pflanzenschutz sowie der Pflanzenschutzindustrie | 29.10.15 | Berlin |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Einsatz und Etablierung von Raubmilben gegen Spinnmilben im Hopfenbau – Status quo 2015 | DGaaE und DPG 60 Wissenschaftler von Universitäten und Bundesbehörden, Berater von amtlichen Pflanzenschutzdiensten, Nützlingsproduzenten | 01.12.15 | Hannover |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Öko-Hopfenforschung in Hüll und Ökologischer Hopfenbau in Deutschland und weltweit | LfL & LVÖ 30 Projektmitarbeiter und sonstige Akteure im ökologischen Landbau | 04.12.15 | Freising-Dürneck |
| IPZ 5b | Wörner, L. | Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfenbau | BMEL 18 TN des Fachgesprächs Hopfenbau | 26.03.15 | Berlin |
| IPZ 5b | Wörner, L. | Pflanzenschutzprobleme und mögliche Lösungen im Hopfenanbau | Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V. 70 Gäste der Hopfenrundfahrt | 28.08.15 | Geibenstein |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Eigenschaften der Zuchtstämme im Großflächenversuchs-anbau | Vorstandssitzung GfH 12 TN, Vorstandsvorsitzende der GfH | 19.03.15 | Hüll |

| AG | Referent | Titel | Veranstalter/ Besucher | Datum | Ort |
|--------|-------------|---|---|----------|------------------------|
| IPZ 5c | Lutz, A. | Vorstellung von vier neuen Zuchtstämmen, die für Vorscreening-Brauersuche ausgewählt wurden | GfH 25 Mitglieder des Techn.-Wissenschaftl. Ausschusses der GfH | 14.04.15 | Wolnzach |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Beurteilung der beiden Zuchtstämme aus dem großflächigen Versuchsanbau | GfH 25 Mitglieder des Techn.-Wissenschaftl. Ausschusses der GfH | 14.04.15 | Wolnzach |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Erkenntnisse zu neuen Zuchtstämmen aus dem Großflächenversuchsanbau | LfL 25 TN, Hopfenberatungsgremium der GfH | 16.07.15 | Hüll |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Erkenntnisse zu vier Zuchtstämmen bei Screening-Brauersuchen | LfL 25 TN, Hopfenberatungsgremium der GfH | 16.07.15 | Hüll |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Herkules und die Special Flavor-Sorten im Anbau | Internationales Hopfenbaubüro, Hopfenpflanzerverband, Hopfenwirtschaftsverband 170 internationale Hopfenpflanzler, Experten der Hopfen- und Brauwirtschaft | 28.07.15 | Altdürnbuch, Biburg |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Die Hüller Special Flavor-Hopfensorten | Deutscher Hopfenpflanzerverband und Hopfenland Hallertau Tourismus 120 Gäste der Hopfenrundfahrt 2015 | 27.08.15 | Reichertshausen |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Hopfen 2015 | Deutscher Hopfenpflanzerverband und Hopfenland Hallertau Tourismus 50 Politiker, Hopfen- und Brauwirtschaft | 27.08.15 | Nandlstadt |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Die Hüller Special Flavor-Hopfen und ihr Bieraroma | LfL und TUM 150 TN BTU-Tagung | 08.09.15 | Freising |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Neue Erkenntnisse zu Zuchtstämmen des Großflächenversuchsanbaus | IPZ 5c; GfH 23 TN, Beratungsgremium GfH | 14.10.15 | Hüll |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Hopfenzüchtung und Hüller Hopfensorten | Altweihenstephaner Brauerbund 35 Studenten, Altweihenstephaner Brauerbund | 29.10.15 | Freising |
| IPZ 5c | Seigner, E. | Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettlinger | Ministerium f. ländlichen Raum und Verbraucherschutz 15 TN, Ministerium, Hopfenpflanzler | 11.03.15 | Stuttgart |

| AG | Referent | Titel | Veranstalter/ Besucher | Datum | Ort |
|--------|---------------|--|---|----------|--------------------|
| IPZ 5c | Seigner, E. | Präzisionszüchtung bei Hopfen | LfL 25 TN, IPZ- Arbeitsbesprechung mit den Fachzentren LfL | 17.03.15 | Freising |
| IPZ 5c | Seigner, E. | Schnellere Bereitstel- lung von Virus-freiem Hopfen | Wissenschaftl. Station für Brauerei in Mün- chen 30 TN, Brauwirtschaft | 25.06.15 | München |
| IPZ 5c | Seigner, E. | Hopfen- Züchtungsprogramme der LfL | HVG 32 TN, Aufsichtsrat der HVG und Beirat des Verbandes Deut- scher Hopfenpflanzer | 23.07.15 | Spalt |
| IPZ 5c | Seigner, E. | Bericht der Wissen- schaftl.-Technischen Kommission des IHB | Internationales Hop- fenbaubüro 60 TN, IHB Vorstand | 30.07.15 | Bad Gögging |
| IPZ 5c | Seigner, E. | Phänotypisierung der Mehltauresistenz zur genomweiten Assozia- tionskartierung | Erzeugergem. Hopfen HVG 10 Projektpartner Uni- versität Hohenheim und Geldmittelgebern | 07.12.15 | Wolnzach |
| IPZ 5c | Seigner, E. | Kreuzung und Kartier- population | Erzeugergem. Hopfen HVG 10 Projektpartner Uni- versität Hohenheim und Geldmittelgebern | 07.12.15 | Wolnzach |
| IPZ 5d | Kammhuber, K. | Analytical and senso- rial characterization of the new Hüller „Spe- cial Flavor-Hops“ | International Society for Horticultural Sci- ence, Hopsteiner 65 TN, Internationale Hopfenforschung, Brau- und Hopfenwirt- schaft | 08.08.15 | Yakima, WA, USA |

8.3.3 Führungen

| AG | Betreut von | Thema/Titel | Besuchergruppe | Datum | TZ |
|-------|--|--|-----------------------------|----------|----|
| IPZ 5 | Fuss, St. Lutz, A. | Niedriggerüstanlage | Ingenieure | 12.03.15 | 2 |
| IPZ 5 | Lutz, A. Seigner, E. Kammhuber, K. | hop Research, hop breeding, aroma analytics | Brauer | 16.03.15 | 2 |
| IPZ 5 | Lutz, A. Seigner, E. Kammhuber, K. Wehrauch, F. | hop breeding, Special Flavor hops, aroma analytics, plant protection | AB InBev, Top-Management | 19.03.15 | 6 |
| IPZ 5 | Seigner, E. Kammhuber, K. Wehrauch, F. | Hop research of the LfL | Tsingtao Management | 16.04.15 | 4 |
| IPZ 5 | Seigner, E. Kammhuber, K. | hop research, breeding activi- ties, hop genome analysis | Suntory | 17.04.15 | 2 |

| AG | Betreut von | Thema/Titel | Besuchergruppe | Datum | TZ |
|-------|--|--|--|----------|-----|
| IPZ 5 | Seigner, E. Kammhuber, K. Weihrauch, F. | Forschung am Hopfenforschungszentrum Hüll | ehemalige Hohenheimer | 21.05.15 | 35 |
| IPZ 5 | Lutz, A. Schätzl, J. | Hopfenforschungszentrum Hüll, Hopfenzüchtung, Pflanzenbau | Berufsschule Pfaffenhofen | 12.06.15 | 15 |
| IPZ 5 | Lutz, A. Weihrauch, F. | Hopfenforschung der LfL, Züchtung, Pflanzenschutz | Universität für Bodenkultur Wien, Pflanzenzüchtung | 25.06.15 | 30 |
| IPZ 5 | Lutz, A. Weihrauch, F. | Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Pflanzenschutz | Frau Meyer, Verband Deutscher Hopfenpflanzer | 01.07.15 | 1 |
| IPZ 5 | Seigner, E. Lutz, A. Kammhuber, K. | Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Pflanzenschutz, Hopfenanalytik | TUM, Braustudenten | 07.07.15 | 50 |
| IPZ 5 | Doleschel, P. Lutz, A. Kammhuber, K. Weihrauch, F. | Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Pflanzenschutz, Aromaanalytik | Freisinger Mitte und OB Eschenbach | 10.07.15 | 10 |
| IPZ 5 | Seigner, E. Kammhuber, K. | Hop research of the LfL, hop breeding, innovative hop varieties and chemical analysis | AB InBev Global Innovationabteilung | 16.07.15 | 2 |
| IPZ 5 | Lutz, A. Schätzl, J. | Hopfenforschung der LfL, Züchtung und Pflanzenbau | Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen, Schüler | 24.07.15 | 15 |
| IPZ 5 | Portner, J. Fuß, S. Graf, T. Münsterer, J. Weihrauch, F. Jereb, M. Schätzl, J. Wörner, L. Kammhuber, K. Seigner, E. | Hopfen-Spritztechnik, Drahtaufhängegerät, Bewässerung, Trocknung/Konditionierung, Erntetechnik, Biologischer und Integrierter Pflanzenschutz, Hopfenanalytik, Hopfenzüchtung | Teilnehmer des IHB-Kongresses | 29.07.15 | 150 |
| IPZ 5 | Seigner, E. Lutz, A. Kammhuber, K. Sichelstiel, W. | Forschung am Hopfenforschungszentrum Hüll | Mitglieder der Phytomed. Gesellschaft | 20.08.15 | 30 |
| IPZ 5 | Doleschel, P. Lutz, A. Seigner, E. | Hopfenzüchtung, Pflanzenschutz, Klimawandel, Hopfenanalytik | Terra X Regisseur und Team | 21.08.15 | 2 |
| IPZ 5 | Fuss, S. Lutz, A. | Niedriggerüstbau, Hopfensorten, Produktionstechnik | Niedriggerüst-Spezialist | 26.08.15 | 1 |
| IPZ 5 | Seigner, E. | hop research, hop breeding | BSG (Brewers Supply Group) USA | 03.09.15 | 5 |
| IPZ 5 | Seigner, E. Kammhuber, K. | hop research, hop breeding, aroma analytics | Trip Kloser und Team | 04.09.15 | 4 |
| IPZ 5 | Seigner, E. Kammhuber, K. | hop research of the LfL, hop breeding, hop analytics | Brauer, Polar Brewery und TU Berlin | 08.09.15 | 4 |
| IPZ 5 | Seigner, E. Kammhuber, K. Lutz, A. | hop research, hop breeding, aroma analytics | Brauer, SixPoint-Brewery | 08.09.15 | 2 |
| IPZ 5 | Seigner, E. Kammhuber, K. | Hopfenaroma und Hopfenzüchtung | Journalisten | 11.09.15 | 13 |

| AG | Betreut von | Thema/Titel | Besuchergruppe | Datum | TZ |
|--------|--------------------------------|--|--|----------|----|
| IPZ 5 | Seigner, E. | hop research of the LfL, hop breeding, plant protection, aroma analysis | AB InBev | 20.09.15 | 53 |
| IPZ 5 | Lutz, A. Seigner, E. | Hopfensorten | BayWa, Hopfenpflanzer | 30.09.15 | 2 |
| IPZ 5 | Seigner, E. Sichelstiel, W. | Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Pflanzenschutz | Gästeführer, Stadt Mainburg | 08.10.15 | 6 |
| IPZ 5 | Seigner, E. Kammhuber, K. | hop research of the LfL; hop breeding, aroma analytics, plant protection | Global Product Innovation Team | 14.10.15 | 2 |
| IPZ 5 | Lutz, A. Sichelstiel, W. | Hopfenforschung und Hopfenzüchtung | Juniorenkreises des Bayerischen Brauerbundes | 30.10.15 | 12 |
| IPZ 5 | Lutz, A. Sichelstiel, W. | Hopfenforschung, Züchtung, Pflanzenschutz, Aromaanalytik | Schüler, Margarete- Steiff-Gymnasium | 30.10.15 | 15 |
| IPZ 5a | Schätzl, J. | Informationsveranstaltung | Berufsschüler | 09.02.15 | 15 |
| IPZ 5a | Portner, J. | Zwischenfruchteinsatz im Hopfen; Grad der Mulchbedeckung | Prüfteams der ÄELF | 08.06.15 | 10 |
| IPZ 5a | Schätzl, J. | Informationsveranstaltung zum aktuellen Pflanzenschutz und Pero-Warndienst | Berufsschüler der Landkreise PAF/FS/EL/KEH | 12.06.15 | 13 |
| IPZ 5a | Schätzl, J. | Aktuelles zum Pflanzenschutz/Abschlussmaßnahmen, Hopfenbegehung in Spalt | Hopfenpflanzer u. Gäste | 17.07.15 | 56 |
| IPZ 5a | Schätzl, J. | Krankheiten und Schädlinge, Pero-Warndienst, aktueller Pflanzenschutz | Schüler der Landwirt- schaftsschule PAF | 24.07.15 | 14 |
| IPZ 5a | Portner, J. | Automatische Hopfenpflücke, Peronospora-Warndienst | Hopfenpflanzer Lkr. FS | 04.08.15 | 60 |
| IPZ 5a | Portner, J. Wörner, L. | Automatische Hopfenpflücke, LfL-Mehltauversuch, Peronospora-Warndienst | Hopfenpflanzer | 05.08.15 | 90 |
| IPZ 5a | Portner, J. Wörner, L. | Automatische Hopfenpflücke, LfL-Mehltauversuch, Peronospora-Warndienst | Hopfenpflanzer vom VIF Kelheim | 06.08.15 | 35 |
| IPZ 5a | Schätzl, J. | Allgemeine Pflanzenschutzsituation, Abschlussmaßnahmen, Hopfenbegehung | Hopfenpflanzer und Handel, Brauer | 21.08.15 | 60 |
| IPZ 5a | Portner, J. Graf, T. | Hopfenforschungszentrum Hüll, Bodenprofile und Erosionsschutz, Bewässerung und Wurzelsystem von Hopfen | Deutsche Bodenkund- liche Gesellschaft | 05.09.15 | 20 |
| IPZ 5a | Portner, J. Fuß, S. | Produktionstechnik Hopfen, Pflanzenschutzgerätetechnik im Hopfen | Dr. T. Pelzer (JKI-Gerätetechnik) | 10.09.15 | 1 |
| IPZ 5a | Portner, J. Fuß, S. | Hopfenforschungsinstitut Hüll, PS-Gerätetechnik im Hopfen | AG Applikationstech- nik in Raumkulturen | 13.10.15 | 10 |

| AG | Betreut von | Thema/Titel | Besuchergruppe | Datum | TZ |
|--------|----------------------|--|---|--------------|----|
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Biologischer Pflanzenschutz, Öko-Hopfenbau | Dr. F. Beran, MPI Jena | 19.05.15 | 1 |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Pflanzenschutz im Hopfenbau | A. Muñoz, Barth-Haas Group | 02.06.15 | 1 |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Pflanzenschutz im Hopfenbau | Hopfenbau-Aspiranten aus Italien | 03.07.15 | 3 |
| IPZ 5b | Weihrauch, F. | Pflanzenschutz im Hopfenbau, Hopfenbau allgemein | G. Alandry, Journalist für ‚CropLife‘, London | 04.-05.09.15 | 1 |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Special-Flavor-Züchtung | Craft-Brauer | 15.01.15 | 2 |
| IPZ 5c | Lutz, A. | neue Zuchtstämme | Brauerei Veltins, Pflanze | 28.01.15 | 2 |
| IPZ 5c | Lutz, A. | neue Zuchtstämme | Brauerei Riegele, Hopfenpflanze | 30.01.15 | 2 |
| IPZ 5c | Lutz, A. | hop research, hop breeding, hop aroma | R2 Group | 10.03.15 | 1 |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Hopfenforschung | Prof. G. Weber, Emeritus Universität Hohenheim | 13.03.15 | 1 |
| IPZ 5c | Lutz, A. Seigner, E. | Hopfentrocknung, Pelletieranlage, neue Zuchtstämme | Veltins Brauerei und Hopfenpflanze | 16.03.15 | 2 |
| IPZ 5c | Lutz, A. | hop research, Special Flavor hops | Firestone Walker, Brauer | 17.03.15 | 2 |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Hopfenzüchtung und neue Sorten | Kommunikationswissenschaftler | 09.05.15 | 1 |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Hopfenforschung der LfL, Züchtung, Hopfenaromen | Braustudenten | 15.05.15 | 20 |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Aromaanalytik | Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Studenten Brauwesen | 15.06.15 | 15 |
| IPZ 5c | Lutz, A. Seigner, E. | Hopfenforschung der LfL, Züchtung, Hopfenanalytik, Hopfenbau, Pflanzenschutz | Hopfenverwertungsgen. HVG, Mitarbeiter | 16.06.15 | 4 |
| IPZ 5c | Lutz, A. Seigner, E. | Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung und Hopfenbau | Prof. Caspari, Colorado State University | 16.06.15 | 2 |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Aromaanalytik, Bierprobe | Leitungskonferenz | 29.06.15 | 25 |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Hopfenforschung der LfL, Züchtung, Aromaanalytik | Hopfenveredlung St. Johann, Hopfenverwertungsgen. HVG | 22.07.15 | 3 |
| IPZ 5c | Lutz, A. Seigner, E. | Hopfenforschung der LfL, Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettlinger, Aromaanalytik | Tettlinger Hopfenpflanze | 28.07.15 | 40 |
| IPZ 5c | Lutz, A. Seigner, E. | Hopfenzüchtung, Aromaanalytik | Journalist, Donaukurier | 11.08.15 | 1 |
| IPZ 5c | Seigner, E. Lutz, A. | Hop research of the LfL, hop breeding, hop analytics, plant protection | Sapporo | 12.08.15 | 2 |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Erntezeitpunkt der Hopfensorten | ISO Hopfenbetriebe, Hopfenring | 19.08.15 | 70 |

| AG | Betreut von | Thema/Titel | Besuchergruppe | Datum | TZ |
|------------------|--|---|---|--------------|-----------|
| IPZ 5c | Lutz, A. | Hopfensorten, Erntezeitpunkt | BayWa | 26.08.15 | 10 |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Sorten, Erntezeitpunkt, neue Zuchtstämme | Barth Group | 01.09.15 | 8 |
| IPZ 5c | Lutz, A. Seigner, E. | Informationen zu Zuchtstämmen | Hopfenverwertungsgenossenschaft HVG | 02.09.15 | 2 |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Special Flavor-Hops | US-Hopfenvertrieb | 10.09.15 | 4 |
| IPZ 5c | Lutz, A. Seigner, E. | Hopfenzüchtung | Hopfenzüchter, UK | 28.09.15 | 1 |
| IPZ 5c | Seigner, E. | Hopfenforschung | Dr. Darby, Hopfenzüchter | 28.09.15 | 1 |
| IPZ 5c | Lutz, A. Seigner, E. | Special Flavor hops | Three Floyds Brewing | 30.09.15 | 4 |
| IPZ 5c | Lutz, A. | hop research, hop breeding, Special Flavor Hops | YO-HO Brewing Company, Jap. Craft Brewery | 05.10.15 | 4 |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Special Flavor hops | US-Brauer, Urban Chestnut Brewing Company | 06.10.15 | 1 |
| IPZ 5c | Lutz, A. | Seminararbeit-Thema: Special Flavor-Hopfen | Schülerin, Hallertau Gymnasium | 02.11.15 | 1 |
| IPZ 5c | Seigner, E. | hop research of the LfL, hop breeding, Special Flavor hops | AB InBev, Management und Brauer | 04.11.15 | 16 |
| IPZ 5c | Lutz, A. | hop research of the LfL | Schüler, Landwirtschaftl. Fachschule | 04.12.15 | 20 |
| IPZ 5c IPZ 5d | Lutz, A. Kammhuber, K. Seigner, E. | hop research, hop breeding, plant protection, hop analytics | AB InBev Global Brewmaster | 21.08.15 | 40 |

8.3.4 Ausstellungen und Poster

| Veranstaltung | Ausstellungsobjekt bzw. Themen/Poster | Veranstalter | Ausstell- dauer | AG |
|---------------|---|-------------------------------|--------------------|-------|
| IHB-Kongress | Entwicklung und Optimierung einer Maschine zur automatischen Hopfenpflücke Gerät zur vollautomatischen Drahtaufhängung im Hopfenbau Peronospora Warndienst Modell- und Demonstrationsvorhaben Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz Pflanzenschutzmitteleinsparung durch Sensortechnik Entwicklung von Methoden zur Bekämpfung des Hopfen-Erdflahs <i>Psylliodes attenuatus</i> im Ökologischen Hopfenbau Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Kontrolle von Spinnmilben Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen und integrierten Hopfenbau Trocknung von Hopfen Konditionierung von Hopfen Special Flavor-Hopfen; Mandarina Bavaria Hüll Melon Hallertau Blanc Entwicklung einer neuen Hopfensorte Herkules – die neue Hüller Hochalphasorte Zuchtsorten des Hopfenforschungszentrums Hüll Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettnanger Die wertgebenden Inhaltsstoffe des Hopfens und deren Analytik Was bewirkt der Hopfen im Bier? Hopfen ist nicht nur unverzichtbar für das Bierbrauen, sondern auch eine Arzneipflanze | Internationales Hopfenbaubüro | 28.07.15 | IPZ 5 |

| Veranstaltung | Ausstellungsobjekt bzw. Themen/Poster | Veranstalter | Ausstell- dauer | AG |
|---------------------------------------|--|---|----------------------------|-----------|
| Hopfenrundfahrt 2015 | Präzisionszüchtung für Hopfen | Deutscher Hopfen- pflanzerverband und Tourismus Hallertau | 27.08.15 | IPZ 5 |
| Craft Brewers Conference | German Special Flavor Hops from Hüll | Brewers Association; Oregon, USA | 14.04.15 | IPZ 5c |
| Treffen Beratungs- gremium der GfH | Überblick- Hüller Special Flavor- Hopfen | GfH | 16.07.15 | IPZ 5c |

8.4 Aus- und Fortbildung

| Name, Arbeitsgruppe | Thema | Zielgruppe |
|--------------------------------|--|-------------------|
| Portner, J. IPZ 5a | 18.02.2015 - Mündl. Prüfung, Wolnzach | 2 Landwirte |
| Portner, J. IPZ 5a | 01.04.2015 - Meisterprüfung - Themenvergabe, Koppenwall | 1 Landwirt |
| Portner, J. IPZ 5a | 02.04.2015 - Meisterprüfung - Themenvergabe, Hohenried | 1 Landwirt |
| Portner, J. IPZ 5a | 02.04.2015 - Meisterprüfung - Themenvergabe, Eutenhofen | 1 Landwirt |
| Portner, J. IPZ 5a | 02.04.2015 - Meisterprüfung - Themenvergabe, Bettbrunn | 1 Landwirt |
| Portner, J. IPZ 5a | 29.04.2015 - Meisterprüfung - mündl. Prüfung, Wolnzach | 2 Landwirte |
| Portner, J. IPZ 5a | 19.06.2015 - Meisterprüfung - mündl. Prüfung, Wolnzach | 1 Landwirt |
| Portner, J. IPZ 5a | 22.06.2015 - Meisterprüfung - Kontrollbesuch, Hohenried | 1 Landwirt |
| Portner, J. IPZ 5a | 25.06.2015 - Meisterprüfung - Kontrollbesuch, Koppenwall | 1 Landwirt |
| Portner, J. IPZ 5a | 26.06.2015 - Meisterprüfung - Kontrollbesuch, Bettbrunn | 1 Landwirt |
| Portner, J. IPZ 5a | 26.08.2015 - Meisterprüfung - Kontrollbesuch, Allakofen | 1 Landwirt |
| Portner, J. IPZ 5a | 26.08.2015 - Meisterprüfung - Kontrollbesuch, Eutenhofen | 1 Landwirt |
| Portner, J. IPZ 5a | 13.10.2015-16.10.2015 - Hopfenbauunterricht, LS Pfaffenhofen | 20 Landwirte |
| Portner, J. IPZ 5a | 05.11.2015-26.11.2015 - BiLa-Seminar Hopfenbau, Abensberg | 20 Landwirte |
| Schätzl, J. IPZ 5a | 12.06.2015 - Info-Veranstaltung für Berufsschüler, Hüll | 13 Landwirte |
| Schätzl, J. IPZ 5a J. | 24.07.2015 - Schultag Hopfen, Hüll/Eja | 14 Landwirte |

8.5 Mitarbeit in Arbeitsgruppen, Mitgliedschaften

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

9 Personal IPZ 5 - Arbeitsbereich Hopfen

Für die Landesanstalt für Landwirtschaft - Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Hüll / Wolnzach / Freising waren im Jahre 2015 tätig (AG = Arbeitsgruppe):

IPZ 5

Koordinator:

LD Sichelstiel Wolfgang

Hertwig Alexandra

Krenauer Birgit

IPZ 5a

AG Hopfenbau, Produktionstechnik

LD Portner Johann

Fischer Elke

LA Fuß Stefan

Dipl.-Biol. (Univ.) Graf Tobias

LA Münsterer Jakob

Dipl.-Ing. (FH) Lutz Maria

LR Schätzl Johann

IPZ 5b

AG Pflanzenschutz im Hopfenbau

LD Sichelstiel Wolfgang

LTA Ehrenstraßer Olga (bis 31.03.2015)

BTA Eisenbraun Daniel (ab 01.04.2015)

Felsl Maria

Dipl.-Ing. (FH) Jereb Marina

LI Meyr Georg

Weiher Johann

Dr. rer. nat. Weihrauch Florian

M.Sc. Wörner Laura

IPZ 5c

AG Züchtungsforschung Hopfen

RD Dr. Seigner Elisabeth

Brummer Brigitte (ab 01.09.2015)
Dandl Maximilian
BTA Eisenbraun Daniel (bis 31.03.2015)
CTA Forster Brigitte
CTA Hager Petra
LTA Haugg Brigitte
Hock Elfriede
Agr.-Techn. Ismann Daniel
LTA Kneidl Jutta
LAR Lutz Anton
Maier Margret
Mauermeier Michael
Pflügl Ursula
Presl Irmgard (bis 31.05.2015)
ORR Dr. Seefelder Stefan (bis 31.10.2015)
Suchostawski Christa

IPZ 5d

AG Hopfenqualität und -analytik

ORR Dr. Kammhuber Klaus

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