



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.

# Jahresbericht 2009

## Sonderkultur Hopfen



**Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft**

- Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung -

und

**Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.**

**März 2010**



# LfL-Information

**Impressum:**

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

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

1. Auflage: März / 2010

Druck: FCS FotoCopyService, 85354 Freising

Schutzgebühr: 5,-- €

## Durch Forschung Herausforderungen meistern

Der Jahresbericht des Hopfenforschungszentrums in Hüll dokumentiert die umfangreichen Forschungs- und Versuchstätigkeiten für den Hopfenbau. In einer wegweisenden öffentlich-privaten Partnerschaft arbeiten der Freistaat Bayern mit dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der LfL sowie die Gesellschaft für Hopfenforschung gemeinsam und zielorientiert an der Lösung aktueller Zukunftsfragen rund um den Hopfen.

Seit 1926 ist der kleine Ort Hüll bei Wolnzach in der Hallertau „das“ Zentrum für die Hopfenforschung in Deutschland. Damals bedrohte die noch unbekannte Krankheit *Pseudoperonospora humuli* die Existenz des Hopfenbaus und die Versorgung der Brauereien mit dem charakteristischen Bierrohstoff. Aus Sorge um die Hopfenversorgung gründeten vor allem Brauer die Gesellschaft für Hopfenforschung, die heute ein Synonym für vorausschauende Hopfenforschung darstellt.

Noch immer sind neue oder veränderte Pflanzenkrankheiten ständige Herausforderungen für den Hopfenbau. Durch den integrierten Ansatz in der Hüller Forschung konnten diese stets gemeistert werden: Produktionstechnik, Pflanzenschutz, Hopfenzüchtung, Qualitätsforschung und Wissenstransfer in die Praxis kommen ohne Reibungsverluste aus einer Hand. Forschungs- und Versuchsergebnisse werden zum Nutzen aller Beteiligten zügig und effektiv umgesetzt.

Die Diskussion um den Klimawandel hat auch die Hopfenforschung beeinflusst. Dokumentierte Veränderungen im regionalen Klima verändern die Anforderungen an Anbaumaßnahmen, Pflanzenschutz und Sorten. Projekte zur Bewässerung, zur Reduzierung des Energieverbrauchs, zu verfeinerten Krankheitsprognosen, zur Schädlingsabwehr und zur Entwicklung angepasster Sorten sind die logische Konsequenz.

Kurzfristig ist die aktuelle Marktsituation eine noch größere Herausforderung für den Hopfenbau. Mit nicht geahnter Schnelligkeit entwickelte sich der Welthopfenmarkt von der Unterversorgung zur strukturellen Überproduktion. Dies verursacht einen extrem hohen Anpassungsdruck im Hopfenbau, zu einem absolut marktgerechten Sortenportfolio, zu einer ausgefeilt Kosten optimierten Produktion, zu gleichmäßigen, gesicherten Mengen und Qualitäten.

Diesen Herausforderungen begegnen die hier vorgestellten aktuellen Forschungs-, Versuchs- und Beratungsprojekte in vorausschauender Weise. Wir verbinden damit die Erwartung und Zuversicht, auch für die Zukunft gut gerüstet zu sein. Dies ist beileibe keine Selbstverständlichkeit. Unverzichtbar für den Erfolg der Hopfenforschung sind Engagement und Einfallsreichtum 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

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>Seite</b>
<b>1     <b>Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen .....</b></b>	<b>7</b>
1.1    Laufende Forschungsvorhaben .....	7
1.2    Forschungsschwerpunkte .....	21
1.2.1   Züchtungsforschung Hopfen .....	21
1.2.2   Hopfenbau, Produktionstechnik .....	23
1.2.3   Hopfenqualität und Analytik .....	26
1.2.4   Pflanzenschutz im Hopfen .....	28
<b>2     <b>Witterung 2009 – Hagelunwetter am 26. Mai vernichtet rund 4000 ha Hopfen in der Hallertau .....</b></b>	<b>29</b>
2.1    Witterungsdaten (Monatsmittelwerte bzw. Monatssummen) 2009 im Vergleich zu den 10- und 50-jährigen Mittelwerten .....	31
<b>3     <b>Statistische Daten zur Hopfenproduktion .....</b></b>	<b>32</b>
3.1    Anbaudaten .....	32
3.1.1   Struktur des Hopfenbaus .....	32
3.1.2   Hopfensorten .....	34
3.2    Ertragssituation im Jahr 2009 .....	36
<b>4     <b>Züchtungsforschung Hopfen.....</b></b>	<b>39</b>
4.1    Klassische Züchtung .....	39
4.1.1   Kreuzungen 2009 .....	39
4.1.2   Biogenesestudien – Ernte zum optimalen Zeitpunkt .....	39
4.1.3   Züchtung von Zwerghopfen für den Niedrigerüstanbau .....	41
4.1.4   Monitoring auf Hop stunt viroid (HSVd) Infektionen bei Hopfen in Deutschland.....	47
4.2    Biotechnologie .....	50
4.2.1   Charakterisierung der Interaktion Hopfen-Hopfenmehltau auf Zellebene und Funktionsanalyse von an der Abwehr beteiligten Genen.....	50
4.3    Genomanalyse .....	53
4.3.1   Genotypisierung von <i>Verticillium</i> -Pathotypen aus der Hallertau - Erkenntnisse zur Risikoeinschätzung von <i>Verticillium</i> -Infektionen.....	53
<b>5     <b>Hopfenbau, Produktionstechnik.....</b></b>	<b>56</b>
5.1    N <sub>min</sub> -Untersuchung 2009 .....	56
5.2    Prüfung alternativer Aufleitmaterialien 2009 (Bio Cord - Papierschnur).....	58
5.3    Aufleit- und Standraumversuch mit zwei- bzw. drei Reben bei der Hopfensorte Herkules.....	62
5.4    Steigerung der Trocknungsleistung von Hopfen durch ein optimales Schüttgewicht.....	63
5.5    Versuch zur Hopfenpflege nach dem Hagelsturm vom 26.05.2009 .....	65

5.6	LfL-Projekte im Rahmen der Produktions- und Qualitätsinitiative.....	69
5.6.1	Jährliche Erhebung, Untersuchung und Auswertung von Qualitätsdaten von Hopfen nach der Ernte .....	69
5.6.2	Jährliche Erhebung und Untersuchung des Schädlingsbefalls in repräsentativen Hopfengärten in Bayern.....	69
5.6.3	Betreuung von Adcon-Wetterstationen für die Peronospora-Prognose im Hopfenbau .....	70
5.7	Beratungs- und Schulungstätigkeit .....	70
5.7.1	Informationen in schriftlicher Form.....	71
5.7.2	Internet und Intranet .....	71
5.7.3	Telefonberatung Ansagedienste .....	71
5.7.4	Vorträge, Tagungen, Führungen, Schulungen und Versammlungen.....	72
5.7.5	Aus- und Fortbildung .....	72
<b>6</b>	<b>Pflanzenschutz im Hopfen.....</b>	<b>73</b>
6.1	Schädlinge und Krankheiten des Hopfens .....	73
6.1.1	Blattlaus .....	73
6.1.2	Gemeine Spinnmilbe.....	74
6.1.3	Peronospora.....	74
6.2	Entwicklung von Richtlinien für die Bonitur getrockneter Hopfendolden auf Befall mit den wichtigsten Krankheiten und Schädlingen des Hopfens .....	74
6.2.1	Peronospora oder Falscher Mehltau <i>Pseudoperonospora humuli</i> (Miyabe & Takahashi) Wilson .....	76
6.2.2	Echter Mehltau <i>Podosphaera macularis</i> (Wallroth) U. Braun & Takamatsu .....	76
6.2.3	Hopfenblattlaus <i>Phorodon humuli</i> (Schrank) .....	76
6.2.4	Gemeine Spinnmilbe <i>Tetranychus urticae</i> Koch .....	77
6.3	Einführung eines Prognosemodells für Echten Mehltau.....	77
6.3.1	Vergleich der Prognosemodelle 2007 – 2009 .....	78
<b>7</b>	<b>Hopfenqualität und Analytik .....</b>	<b>79</b>
7.1	Allgemeines.....	79
7.2	Optimierung der Inhaltsstoffe als Zuchtziel.....	79
7.2.1	Anforderungen der Brauindustrie .....	79
7.2.2	Alternative Anwendungsmöglichkeiten.....	80
7.3	Entwicklung von Analysenmethoden für die Hopfenpolyphenole .....	81
7.4	Welthopfensortiment (Ernte 2008) .....	82
7.5	Wöllmeranalyse der neuen Hüller Zuchtstämme .....	88
7.6	Nitrat im Hopfen .....	88
7.7	Ringanalysen zur Ernte 2009 .....	89

7.8	Herstellung von reinen $\alpha$ -Säuren und deren ortho-Phenylendia-min-Komplexen zur Überprüfung der Kalibrierextrakte ICE 2 und ICE 3 .....	92
7.9	Analysen für die Arbeitsgruppe IPZ 3d „Heil- und Gewürzpflanzen“ .....	93
7.10	Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen der Ernte 2009 .....	94
7.10.1	Probenauswahl und Analysenergebnisse .....	94
7.10.2	Beurteilung der Ergebnisse .....	96
7.10.3	Zusammenfassung .....	97
7.11	Kontrolle der Sortenechtheit .....	97
<b>8</b>	<b>Veröffentlichungen und Fachinformationen .....</b>	<b>98</b>
8.1	Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit .....	98
8.2	Veröffentlichungen .....	98
8.2.1	Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge .....	98
8.2.2	LfL-Schriften .....	100
8.2.3	Pressemitteilungen .....	100
8.2.4	Beiträge in Rundfunk und Fernsehen .....	100
8.3	Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen .....	101
8.3.1	Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare .....	101
8.3.2	Vorträge .....	102
8.3.3	Führungen .....	107
8.3.4	Ausstellungen und Poster .....	111
8.4	Aus- und Fortbildung .....	112
8.5	Diplomarbeiten .....	113
8.6	Mitarbeit in Arbeitsgruppen, Mitgliedschaften .....	113
8.7	Ehrungen .....	113
8.7.1	Dienstjubiläen .....	113
<b>9</b>	<b>Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben .....</b>	<b>114</b>
<b>10</b>	<b>Forschungsschwerpunkte .....</b>	<b>116</b>
<b>11</b>	<b>Personal IPZ 5 - Arbeitsbereich Hopfen .....</b>	<b>119</b>

# 1 Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen

## 1.1 Laufende Forschungsvorhaben

### Züchtung von Zwerghopfen für den Niedrigerüstanbau

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen und AG Hopfenqualität/Hopfenanalytik
<b>Finanzierung:</b>	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) HVG Hopfenverwertungsgenossenschaft e.G.
<b>Projektleitung:</b>	Dr. E. Seigner, A. Lutz
<b>Bearbeitung:</b>	A. Lutz, J. Kneidl; A. Bogenrieder (alle IPZ 5c) Dr. K. Kammhuber, C. Petzina, B. Wyschkon, S. Weihrauch, E. Neuhof-Buckl (alle IPZ 5d)
<b>Kooperation:</b>	Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH); Hopfenbaubetriebe J. Schrag und M. Mauermeier
<b>Laufzeit:</b>	01.04.2007 - 31.12.2010

### Ziel

Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, Hopfen zu züchten, die durch ihren kürzeren Wuchs, breite Krankheitsresistenz und ausgezeichnete Brauqualität besonders geeignet sind, um wirtschaftlich erfolgreich auf Niedrigerüstanlagen angebaut zu werden. Bislang sind solche adaptierten Sorten der noch fehlende Baustein, mit dem es gelingt, die Produktionskosten auf den 3 m hohen Gerüsten deutlich zu senken. Des Weiteren könnte mit diesem neuen Anbausystem die Umweltverträglichkeit des Hopfenanbaus gravierend verbessert werden, weil weniger Pflanzenschutz- und Düngemittel benötigt werden und diese zudem mit abdriftreduzierten Recycling-Tunnelspritzen ausgebracht werden können.

### Ergebnisse

Die Vorselektion der Sämlinge aus 17 Kreuzungen des Jahres 2008 (7 Aroma- und 12 Bittertypen) auf Mehlttauresistenz begann im März. Von den über 32.000 aufgelaufenen Sämlingen erwiesen sich etwa 1.190 als mehlttauresistent. Zusätzlich wurden noch 2.730 Sämlinge ohne Mehlttauresistenztest pikiert. Nach der anschließenden Peronospora-Prüfung wurden Mitte Mai 1.280 Sämlinge in die Vegetationshalle gepflanzt. Wegen der feuchten Herbstwitterung erfolgt die Auspflanzung der weiblichen Sämlinge in die Zuchtgärten in Hüll und der männlichen Zuchtstämme im Zuchtgarten Freising erst im Frühjahr.

Von 40 Sämlingen aus neun Kreuzungen mit dem Potential, kurzwüchsige Nachkommen hervorzubringen, wurden 2008 im Rahmen der Sämlingsprüfung im Zuchtgarten in Hüll vier Sämlinge selektiert, die sich hinsichtlich Ertragspotential, Alphasäuregehalt und in ihrem Wuchsverhalten als vielversprechend für den Anbau auf 3-Metergerüsten herauskristallisierten. Diese Sämlinge werden im Frühjahr nach bestätigter Virusfreiheit vermehrt, damit 2010 mit dem Probeanbau in einer Kleinparzelle unter Niedriggerüstbedingungen begonnen werden kann.

Im Juli wurden im Rahmen des Forschungsprojektes 21 weitere Kreuzungen (8 Aroma- und 13 Bittertypen) durchgeführt. Bei allen Kreuzungen konnten im Herbst Samen gewonnen werden.

### **Mehltauisolate und ihr Einsatz in der Mehлтаuresistenzzüchtung bei Hopfen**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen
<b>Finanzierung:</b>	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.
<b>Projektleitung:</b>	Dr. E. Seigner, A. Lutz, Dr. S. Seefelder
<b>Bearbeitung:</b>	A. Lutz, J. Kneidl, Dr. S. Seefelder S. Hasyn (EpiLogic)
<b>Kooperation:</b>	Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising
<b>Laufzeit:</b>	01.05.2006 - 30.04.2011

### **Ziel**

Krankheitsresistente Hopfensorten sind für Pflanzler und Brauer gleichermaßen wichtig. Mit dem Einsatz von innovativen Selektions- und Testmethoden im Gewächshaus und Labor bei der Prüfung von Zuchtstämmen, Wildhopfen und Sorten auf Mehлтаuresistenz ist es möglich, Hopfensorten zu züchten, die auch in Jahren mit hohem Pilzbefallsdruck für die Hopfen- und Brauwirtschaft beste Brau- und Lebensmittelqualität sichern und zugleich Liefersicherheit garantieren.

### **Ergebnisse**

13 verschiedene Einzelkonidienisolate von *Podosphaera macularis* ssp. *humuli*, dem Echten Mehлтаupilz bei Hopfen, stehen aktuell für die Mehлтаuresistenzzüchtung als Inokulationsmaterial zur Verfügung. Dieses Sortiment von Mehлтаu-Pathotypen mit charakterisierten Virulenzeigenschaften erlaubt es, auf die Wirksamkeit aller bislang in der Hopfenzüchtung genutzten und bekannten Resistenzgene zu testen.

Die Mehлтаuisolate und Resistenztestsysteme wurden zwischen Februar bis September 2009 für folgende Fragestellungen oder Untersuchungen eingesetzt:

- Zur Beurteilung der Resistenzeigenschaften von etwa 125.000 Sämlingen aus 73 Kreuzungen und 12.300 Wildhopfen, 214 Zuchtstämmen und 9 Fremdsorten im Gewächshaus und im Labor-Blatt-Test. Im Gewächshaus wurde die Reaktion gegenüber Mehлтаurassen getestet, die in der Hallertau bereits weit verbreitet sind.

Im Labor bei EpiLogic konnten ohne Gefahren für das Hopfenanbauggebiet auch Pilzstämme aus den USA und England zur Resistenztestung eingesetzt werden, die bisher nicht in Deutschland auftraten. So ist es möglich, Hopfen zu selektieren, die eine breite Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Echten Mehltau aufweisen. Nur mit mehltauraesistentem Hopfen wird weitergezüchtet.

- Zur zuverlässigen Resistenzeinschätzung von 140 Sämlingen aus einer Kartierpopulation, um molekulare Selektionsmarker für zwei verschiedene Mehltauraesistenzgene zu entwickeln.
- Bei der Beurteilung der Virulenzsituation der Mehltaupopulationen in der Hallertau und weltweit, die jedes Jahr aufs Neue untersucht werden muss. Dadurch wird die Wirksamkeit der Resistenzen der im Anbau befindlichen Sorten und des Zuchtmaterials festgestellt. So zeigte sich, dass die Widerstandsfähigkeit der Hüller Zuchtsorte „Hallertauer Merkur“ auch 2009 noch voll wirksam ist, während sie bei „Herkules“ in bestimmten Regionen schon gebrochen ist.
- Bei der Charakterisierung der Interaktionen von Mehltaupilz und Hopfen auf und unter der Blattoberfläche. Dabei sollen genauere Einblicke in die verschiedenen Resistenzreaktionen gewonnen werden, die in den Hüller Sorten bzw. im Zuchtmaterial zu finden sind. Dieses Wissen ist entscheidend, um die gezielte Kombination verschiedener, sich in ihrer Wirkung ergänzender Resistenzmechanismen in künftigen Sorten erreichen zu können.
- Bei der Testung der Funktion von vermuteten Resistenzgenen unter Einsatz des sog. transienten Blatt-Expressionssystems. Mögliche Resistenzgene werden unter Nutzung der Gentransfertechnik in Hopfen-Blattzellen eingeschleust und nachfolgend die Reaktionen des Pilzes und der transient transgenen Blattzelle im Labor beobachtet. Dabei sollen insbesondere hopfeneigene Gene erkannt werden, die bei der Mehltaubwehr eine Rolle spielen und somit in der klassischen Resistenzzüchtung als Selektionsmarker genutzt werden könnten.
- Bei der Erarbeitung des Mehltauprognoosesystems, um einen termingerechten, umweltschonenden Einsatz von Pflanzenschutzmitteln gegen Echten Mehltau zu gewährleisten.

### **Charakterisierung der Interaktion Hopfen-Hopfenmehltau auf Zellebene und Funktionsanalyse von an der Abwehr beteiligten Genen**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
<b>Projektleitung:</b>	Dr. E. Seigner
<b>Bearbeitung:</b>	K. Oberhollenzer, B. Forster, A. Lutz
<b>Kooperation:</b>	Prof. Dr. R. Hüchelhoven, TU-München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Lehrstuhl für Phytopathologie Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising
<b>Laufzeit:</b>	01.04.2008 - 31.03.2011

## **Ziel**

Ziel des Forschungsprojektes ist es, die Interaktion Hopfen-Hopfenmehltau in verschiedenen Wildhopfen aus der ganzen Welt, welche als neue Resistenzträger für die Züchtung dienen sollen, mikroskopisch zu untersuchen. Hierbei soll sowohl eine zeitliche als auch eine räumliche Darstellung der Abwehrreaktionen erfolgen.

Darüber hinaus soll über einen transienten Gentransfer auf Blattniveau (transienter Assay) eine funktionelle Charakterisierung von Genen erfolgen, die an Abwehrreaktionen gegenüber Hopfenmehltau beteiligt sind. Gensequenzen, die durch diesen transienten Gentransfer-Ansatz in ihrer Funktion verifiziert werden, können bei der Entwicklung von zuverlässigen molekularen Selektionsmarkern in der klassischen Resistenzzüchtung helfen. Gegebenenfalls können sie auch zur Verbesserung der Resistenzeigenschaften von mehltauanfälligen Hopfen über Gentransfer genutzt werden.

## **Methoden**

- Inokulation der Hopfenblätter mit Mehltausolaten.
- Verschiedene Färbetechniken für den Mehltaupilz und Nachweise von Abwehrreaktionen der Hopfenzelle.
- Mikroskopische Untersuchung mit dem Fluoreszenzmikroskop und dem konfokalen Lasermikroskop (bei Prof. Hückelhoven, TU-München).
- RNA-Isolierung und semiquantitative PCR zur Bestimmung der Expression ausgewählter Gensequenzen.
- Transiente Transformation einzelner Epidermiszellen von Hopfenblättern unter Einsatz der Genkanone.

## **Ergebnisse**

- Bei den mikroskopischen Untersuchungen wurde gezeigt, dass unterschiedliche Resistenzmechanismen wie z.B. Zelltod oder Zellwandverstärkungen durch die vorhandenen Methoden gut erfasst werden können. Bei einem Wildhopfen aus den USA konnte z.B. das Resistenzverhalten gegenüber Echtem Mehltau vor allem auf hypersensitiv (mit Zelltod) reagierende Hopfenzellen zurückgeführt werden. Zellwandverstärkungen wurden hier nur bei einem kleinen Teil der Interaktionen beobachtet. Alle Erkenntnisse aus diesen Studien werden künftig in der Kreuzungszüchtung dazu genutzt, um gezielt verschiedene, sich in ihrer Wirkung ergänzende Resistenzmechanismen zu kombinieren.
- Des Weiteren wurde erstmals beobachtet, dass bei den bisher untersuchten, phänotypisch resistenten Hopfen die Epidermiszellen zwar resistent sind, die Härchen auf der Blattoberseite aber anfällig reagieren.
- Kandidatengene für die funktionelle Charakterisierung wurden aufgrund ihrer Sequenzähnlichkeiten zu bereits beschriebenen, Resistenz assoziierten Genen bei anderen Kulturarten ausgewählt. Über eine semiquantitative PCR konnten genauere Aussagen über die Aktivität dieser Gene nach Mehltaubefall gewonnen werden. Eine stärkere oder schwächere Expression nach Mehltaubefall kann hierbei auf eine Funktion in der Interaktion Hopfen-Hopfenmehltau hinweisen. Die vielversprechendsten Kandidatengene sollen für die funktionelle Charakterisierung verwendet werden.

## **Development of molecular markers linked to powdery mildew resistance genes in hops to support breeding for resistance**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen
<b>Finanzierung:</b>	EHRC (European Hop Research Council - Carlsberg Breweries, Heineken, InBev (bis April 2008), Hopfenveredlung St. Johann, Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft/Hopsteiner)
<b>Projektleitung:</b>	Dr. S. Seefelder; Dr. E. Seigner
<b>Bearbeitung:</b>	V. Mayer, S. Petosic, J. Kneidl, Dr. S. Seefelder, A. Lutz, K. Oberhollenzer
<b>Kooperation:</b>	Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising;
<b>Laufzeit:</b>	01.12.2004 - 30.04.2009

### **Ziel**

Zielsetzung ist es, für mehltresistente Wildhopfen molekulare Selektionsmarker für deren Resistenzgene zu erarbeiten.

### **Ergebnisse**

Aufbauend auf den Studien zur differentiellen Expression von Genen, die nach Kontakt mit dem Echten Mehltau bei mehltresistenten im Gegensatz zu anfälligen Hopfen aktiv werden, wurden die Analysen 2009 fortgesetzt.

- cDNA-AFLP-Fragmente, die nur bei resistenten Hopfen nach Kontakt mit dem Mehltaupilz auftreten und möglicherweise bei der Abwehrreaktion des Pilzes oder der Pathogenerkennung beteiligt sind, wurden genauer untersucht. Über BLAST Search wurde die Suche nach Homologien der gefundenen TDFs (Transcript Derived Fragments) mit bekannten Resistenzgenen bei anderen Kulturpflanzen fortgesetzt.
- Einige TDFs, die aufgrund ihrer Expressions-Kinetik bei der Abwehrreaktion beteiligt sein könnten und Sequenzähnlichkeiten zu bekannten Resistenzgenen zeigen, wurden ausgewählt, um demnächst in semiquantitativen PCRs deren Aktivitätsmuster genauer zu studieren. Vielversprechende Gensequenzen werden in einem sog. transienten Know-Down-Ansatz auf ihre Funktion bei der Interaktion Hopfen-Hopfenmehltau geprüft (siehe 4.2.1).
- In ersten Ansätzen, wurde auch versucht, ausgehend von den gefundenen, mit der Abwehr korrelierten TDFs über Pyrosequenzierung sog. SNP (Single Nucleotide Polymorphisms => entstehen durch den Austausch von einzelnen Basen) im gesamten Genom zu identifizieren, durch die resistente und anfällige Hopfen differenziert werden könnten.

Die Arbeiten konnten wegen des Projektendes nicht abgeschlossen werden.

## **Genotypisierung von *Verticillium*-Pathotypen aus der Hallertau – Erkenntnisse zur Risikoeinschätzung von *Verticillium*-Infektionen**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen und AG Hopfenbau/Produktionstechnik
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
<b>Projektleitung:</b>	Dr. S. Seefelder; Dr. E. Seigner (IPZ 5c)
<b>Bearbeitung:</b>	S. Petosic, Dr. S. Seefelder (beide IPZ 5c), E. Niedermeier (IPZ 5a)
<b>Kooperation:</b>	Dr. S. Radisek, Slovenian Institute of Hop Research and Brewing, Slowenien
<b>Laufzeit:</b>	01.03.2008 - 28.02.2010

### **Ziel**

Die Hopfenwelke, verursacht durch den *Verticillium*-Pilz, führt seit 2005 in vereinzelt Regionen der Hallertau auch bei bislang welketoleranten Sorten zu erheblichen Ertrags-einbußen. Über eine Untersuchung des Rassenspektrums dieses Pilzpathogens soll daher eine Einschätzung für das Gefährdungspotenzial des Hallertauer Hopfenanbaugebietes getroffen werden, um geeignete Schutzmaßnahmen gegen diese Krankheit durchführen zu können.

### **Methoden**

- Klassische Anzuchttechniken zur Herstellung von *Verticillium*-Einsporisolaten aus Hopfenrebstücken.
- Mikroskopische und molekulare Untersuchungen zur Differenzierung von *Verticillium albo-atrum* und *V. dahliae*.
- Molekularanalytische Charakterisierung der *Verticillium*-Isolate basierend auf AFLP- und SCAR-Markern.
- Infektionstest zur Virulenzbestimmung in Slowenien.

### **Ergebnisse**

Zur genetischen Differenzierung von milden und letalen *Verticillium albo-atrum*-Formen wurden publizierte spezifische PCR-Primer und AFLP-Marker eingesetzt. Dabei konnte gezeigt werden, dass es sich bei den bislang untersuchten deutschen *Verticillium*-Isolaten nicht um bekannte letale Rassen aus England oder Slowenien handelt, die in die heimischen Anbaugebiete eingeschleppt wurden.

Beim nachfolgenden intensiven AFLP-Screening wurden mit aktuell 10 AFLP-Primerkombinationen 47 *Verticillium*-Einsporisolate von insgesamt 161 untersuchten Isolaten spezielle DNA-Fragmente gefunden, die weder in den übrigen Hallertauer Isolaten, noch in den milden englischen Isolaten vorzufinden sind, sondern ausschließlich in letalen englischen und letalen slowenischen Isolaten vorkommen.

In einem ersten in Slowenien durchgeführten künstlichen *Verticillium*-Infektionstest konnte die Virulenz von vier Hallertauer *Verticillium*-Isolaten gegenüber Sorten wie Celeia, Hallertauer Mittelfrüher, Hallertauer Tradition, Northern Brewer und Hallertauer Magnum beurteilt werden. Neben slowenischen Referenzisolaten (mild und letal) wurden hierzu fürs Erste zwei Hallertauer Isolate aus weniger geschädigten Hopfengärten und zwei Isolate aus stark geschädigten Hopfengärten verwendet. In diesem Infektionstest war auffällig, dass im Durchschnitt sowohl die milderen als auch die aggressiveren Hallertauer Isolate in ihrem Virulenzverhalten zwischen den milden und letalen slowenischen Referenzen liegen. Durch eine Wiederholung dieses Testes sollen diese Ergebnisse weiter abgesichert werden.

### **Ausblick**

Die Inkulturnahme und Genotypisierung werden für die im Sommer 2009 gesammelten *Verticillium*-Proben weitergeführt. Des Weiteren steht die Durchführung weiterer künstlicher *Verticillium*-Infektionstests im Mittelpunkt. Diese Ergebnisse sollen helfen, um beurteilen zu können, inwieweit das momentan in der Hallertau vorherrschende *Verticillium*-Rassenspektrum die im Anbau stehenden Hopfensorten in der Hallertau gefährdet. Ein Monitoring auf befallenen Hopfengärten soll dazu beitragen, das momentane Ausmaß der Ausbreitung des *Verticillium*-Befalls zu ermitteln.

### **Monitoring auf Hop stunt viroid (HSVd) Infektionen bei Hopfen in Deutschland**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz, AG Pathogendiagnostik und Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
<b>Projektleitung:</b>	Dr. L. Seigner, Institut für Pflanzenschutz (IPS 2c); Dr. E. Seigner, A. Lutz (beide IPZ 5c)
<b>Bearbeitung:</b>	M. Kappen, C. Huber, M. Kistler, D. Köhler (alle IPS 2c); M.A. Fend, Praktikantin (IPS 2c) J. Kneidl (IPZ 5c)
<b>Kooperation:</b>	Dr. K. Eastwell, Washington State University, USA
<b>Laufzeit:</b>	01.04.2009 - 30.09.2009

### **Ziel**

*Hop stunt viroid* (HSVd) ist bei Hopfen wegen der damit verbundenen massiven Ertrags- und Qualitätsverluste eine sehr ernstzunehmende Krankheit. In den 1940er Jahren trat sie erstmals in Japan und Korea auf. 2004 wurden HSVd-Infektionen zum ersten Mal auch in US-Hopfengärten und 2007 in China nachgewiesen. Eine Einschleppung dieses Viroids, das sehr leicht mechanisch, z. B. bei Kulturarbeiten wie auch bei der vegetativen Vermehrung verbreitet wird, gilt es unter allen Umständen zu verhindern. Zumal es bislang keine wirksamen chemischen Bekämpfungsmittel gibt und die wirtschaftlichen Verluste eines HSVd-Befalls der deutschen Hopfenflächen für die Hopfen- und Brauwirtschaft dramatisch wären.

## **Methode**

Zum sicheren Nachweis des HSVd wurde im Pathogen-Diagnostiklabor der LfL unter Leitung von Dr. L. Seigner ein zweistufiges RT-PCR-(Reverse Transkriptase-Polymerase-Ketten-Reaktion) Verfahren mit HSVd-spezifischen Primern (Eastwell und Nelson 2007) und einer zusätzlichen internen, hopfeneigenen mRNA-basierten RT-PCR-Kontrolle (Seigner et al. 2008) eingesetzt.

## **Ergebnisse**

2009 wurden mit der RT-PCR 224 Hopfenproben von verschiedenen Herkünften untersucht, auch aus den USA. Bei 202 der insgesamt 224 untersuchten Hopfenproben aus den Zuchtgärten des Hopfenforschungszentrums Hüll, dem Vermehrungsbetrieb der Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH) in der Hallertau und verschiedenen Praxisbetrieben aus den Anbaugebieten der Hallertau, Tettangs und des Elbe-Saale-Gebietes wurde mit der RT-PCR kein Hop stunt viroid nachgewiesen. Diese Hopfen wurden daher als HSVd-frei eingestuft. Bei 22 Proben konnte keine Aussage zum HSVd-Befallsstatus getroffen werden, weil hierbei die interne hopfenspezifische Kontrollbande nicht detektiert werden konnte, die eine funktionsfähige PCR-Reaktion signalisiert. Als mögliche Ursachen für die nicht funktionierenden RT-PCR-Reaktionen kommen zu alte, polyphenolreiche Blattproben in Frage und/oder lange Transportzeiten, so dass bei ungekühlt versandten Blattproben bereits Abbaureaktionen eine Rolle spielen.

Eine bereits massive Durchseuchung mit HSVd in Deutschland ist aufgrund dieser Ergebnisse auszuschließen. Andererseits ist klar, dass das stichprobenartige Screening im Rahmen unseres Monitorings Lücken aufweist. Deshalb werden auf jeden Fall im nächsten Jahr die Kontrollen auf HSVd fortgeführt und an einer weiteren Verbesserung der Methodik insbesondere für ältere Hopfenproben gearbeitet.

## **Entwicklung eines innovativen Prognosemodells zur Bekämpfung des Echten Mehltaus *Podosphaera macularis* im Hopfen *Humulus lupulus***

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen
<b>Finanzierung:</b>	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
<b>Projektleitung:</b>	B. Engelhard
<b>Bearbeitung:</b>	S. Schlagenhauser
<b>Laufzeit:</b>	01.05.2007 - 31.12.2009

## **Ziel**

Erarbeitung von Basisdaten zur Biologie und Epidemiologie des Pilzes in Labor- und Freilandversuchen. Überprüfung und Anpassung eines vorläufigen Prognosemodells. Einführung eines Prognosemodells zu Echtem Mehltau im Hopfen.

## Ergebnisse

Die Versuche in den Kleinklimakammern zur Überprüfung biologischer Referenzen wurden z. T. mit veränderter Fragestellung wiederholt. Die Haupteinflussfaktoren auf die Höhe der Infektion wurden bestätigt: Temperatur, Tag-/Nacht-Differenz der Temperatur und Lichtintensität.

Eine gesicherte Temperaturgrenze nach unten ( $< 10^{\circ}\text{C}$ ;  $10^{\circ}\text{C}$ ;  $11^{\circ}\text{C}$ ) für hohe Infektionswahrscheinlichkeit konnte nicht ermittelt werden, da die technischen Voraussetzungen für diese Feinabstimmung nicht vorhanden waren.

Eine witterungsgestützte Befallsprognose wurde laufend berechnet und an elf Versuchstandorten geprüft. Es wurden an jedem Standort drei Varianten geprüft: V1 = ohne Behandlung; V2 = nach Prognose; V3 wurde für mögliche Varianten freigehalten. Zusätzlich blieb jeweils eine Parzelle über die gesamte Saison unbehandelt.

Leider kam es auch 2009 nur an einem Standort zu nennenswertem Mehлтаubefall. In den nach Modell behandelten Parzellen war der Befall unter Kontrolle.

Über das allgemeine Ringfax wurden für die Betriebe in der Hallertau 2009 erstmals Spritzaufrufe nach Prognosemodell zur Bekämpfung des Echten Mehltaus herausgegeben. Betriebe, die durchgehend nach Spritzaufruf behandelt haben, hatten keine Probleme.

## Nachhaltige Optimierung der Bekämpfung von Blattläusen (*Phorodon humuli*) im Hopfen (*Humulus lupulus*) durch Bekämpfungsschwellen und Züchtung Blattlaus-toleranter Hopfensorten

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen
<b>Finanzierung:</b>	Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)
<b>Projektleitung:</b>	B. Engelhard
<b>Bearbeitung:</b>	Dr. F. Weihrauch
<b>Kooperation:</b>	Hopfenpflanzer
<b>Laufzeit:</b>	01.04.2008 - 31.03.2011

## Ziel

Im Projekt ist zu überprüfen, ob und wenn ja, unter welchen Voraussetzungen (z.B. Sorte, Wachstumsstadium, Zeit bis zur Ernte) eine bestimmte Anzahl Blattläuse pro Blatt bzw. Dolde geduldet werden kann, ohne dass zum Erntezeitpunkt die Dolden qualitativ und quantitativ negativ beeinflusst werden (Erarbeitung einer Bekämpfungsschwelle).

Der Arbeitsbereich Hopfen der LfL will in Zukunft die genetischen Ressourcen zu Blattlausresistenzen besser nutzen und in die Kreuzungsplanung einbringen. Um gezielt auf Blattlausresistenz züchten zu können ist es notwendig, möglichst noch im Jugendstadium der Sämlinge genetisch festgelegte Resistenzen in den Einzelpflanzen zu finden. Im zweiten Teil des Gesamt-Projektes soll ein vielversprechendes Modell standardisiert werden.

## Methoden

Die Erarbeitung einer nach wissenschaftlichen Methoden abgesicherten Bekämpfungsschwelle erfolgt in 60 Hopfengärten der Hallertau, die von insgesamt 27 Betrieben bewirtschaftet werden. Es wurden vier unterschiedlich anfällige Sorten ausgewählt: Spalter Select (SE), Hallertauer Tradition (HT), Herkules (HS) und Hallertauer Magnum (HM). In den Hopfengärten wurden Parzellen angelegt, in denen keine Insektizide eingesetzt wurden (P0), sowie Parzellen, an denen nur eine bzw. praxisübliche Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt wurden (P1, P2). Die Parzellen wurden im Abstand von 14 Tagen kontrolliert. An jeweils drei Standorten jeder Sorte wurden über eine Versuchsernte Erträge und Qualität ermittelt.

Um den Blattlausbefall der Dolden von der Ausdoldung bis zur Ernte standardisiert kontrollieren zu können, wurde eine modifizierte ‚Berlese-Apparatur‘ konstruiert, die sich als sehr praktikabel und erfolgreich erwies. Mit Hilfe einer Lichtquelle können aus frisch geernteten, noch grünen Hopfendolden Blattläuse und andere Arthropoden ausgetrieben und damit der Befall genau bestimmt werden. Im zweiten Teilbereich wurde mit den aus der Resistenzprüfung für Insektizide bekannten ‚Blattlauskäfigen‘ gearbeitet.

## Ergebnisse

Die Blattlaussituation 2009 unterschied sich deutlich von jener des Vorjahres. Es kam lediglich zu einem verzettelten Zuflug auf niedrigem Niveau, so dass der Blattbefall in vielen unbehandelten Parzellen lange relativ niedrig war und die korrespondierenden Nützlinge – auch entomopathogene Pilze – in entsprechend geringer Dichte auftraten. Dies führte gerade bei den Bittersorten in vielen Fällen zu einem Doldenbefall, der bis zur Ernte zu Ertragsverlusten führte. So mussten bei HM in 9 von 15 Null-Parzellen 25 bis 75 % Ertragsverluste entschädigt werden. Bei HS wurde in sechs Fällen (25-100 %) entschädigt, bei HT in vier Fällen (40-60 %). Bei SE kam es in keinem Fall zu Schäden. In den meisten Fällen reichte eine Blattlausbehandlung aus, lediglich zwei HM-Parzellen mit nur einmaliger Behandlung hatten Schäden von 10 %. Es zeigt sich bereits der Trend, dass eine Insektizidbehandlung bei SE nur in Ausnahmejahren nötig ist.

Bei der Testung auf Blattlausresistenz verschiedener Zuchtsorten konnte wie im Vorjahr noch kein gesicherter Trend ermittelt werden.

## Erarbeitung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen Luzernerüssler (*Otiorynchus ligustici*) im Hopfenbau

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen
<b>Finanzierung:</b>	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
<b>Projektleitung:</b>	B. Engelhard
<b>Bearbeitung:</b>	U. Lachermeier, J. Schwarz
<b>Kooperation:</b>	Teilprojekt des Verbundprojektes „Erarbeitung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen Bodenschädlinge“
<b>Laufzeit:</b>	01.03.2008 – 31.12.2010

## Ziel

- Bekämpfung der Rüsselkäferlarven im Boden mit entomopathogenen Nematoden (EPN), wobei möglichst eine dauerhafte Ansiedlung der EPN erreicht werden soll.
- Erfassung der in den deutschen Hopfenanbaugebieten tatsächlich als Schädling auftretenden *Otiorhynchus*-Arten.

## Ergebnisse

In den Freilandversuchen gab es aus versuchstechnischer Sicht einen erfreulich hohen Besatz mit Käfern, so dass die Kleesoden (zur Vermeidung von Hasenfraß geschützt mit Gittern) als Fangpflanzen gut angenommen wurden. Ein statistisch gesicherter Unterschied konnte allerdings nur am Standort Untermantelkirchen zwischen der „Tamaron“- und den übrigen Varianten nachgewiesen werden.

Enttäuschend verlief die Auswertung bei der Larvenbonitur: Trotz hohem Besatz mit Käfern kam man pro Kleesode nur auf durchschnittlich 0,08 bis 0,23 Käferlarven. Vermutlich sind Larven zum Zeitpunkt der Auszählung im Herbst bereits in tiefere Schichten abgewandert.

Sehr erfolgreich verliefen Topfversuche unter „Semi-Freiland“-Bedingungen. Käfer aus Hopfenanlagen wurden in Gefäßen zur Eiproduktion gehalten. In Containern wurden je 100 Eier ausgebracht und diese mit entomopathogenen Nematoden (EPN) und Pilzen (EPP) behandelt. Die Wirkungsgrade, gemessen als Anzahl lebender Larven, betrugen 58 bis 95 %, wobei die bessere Wirkung bei den EPP festgestellt wurde.

## Prüfung eines Streptomyceten-Stammes zur Bekämpfung der *Verticillium*-Hopfenwelke

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen und AG Züchtungsforschung Hopfen
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
<b>Projektleitung:</b>	B. Engelhard
<b>Bearbeitung:</b>	Dr. S. Seefelder, A. Lutz (beide IPZ 5c); J. Schwarz, G. Meyr (beide IPZ 5b)
<b>Kooperation:</b>	Julius-Kühn-Institut (JKI), Darmstadt
<b>Laufzeit:</b>	2009

## Ziel

Aus einer Bodenprobe aus der Hallertau wurde ein Streptomycetenstamm (ein Bakterium) isoliert, der im „Hemmhoftest“ auch in mehrfacher Wiederholung eine volle Wirkung gegen *Verticillium spp.* gebracht hat. Da die Hopfenwelke 2009 wieder verstärkt Schäden in fast allen Sorten verursachte, ist die Suche nach möglichen Bekämpfungsmöglichkeiten von besonderer Dringlichkeit.

## **Ergebnisse**

20 Fehser der sehr anfälligen Sorte Hallertauer Mittelfrüher wurden in stark belastete Erde aus dem Hüller Zuchtgarten gepflanzt. Die Fehser wurden in unverdünnte Fermentationsflüssigkeit von *Streptomyces* getaucht, getopft und anschließend mit einer 1:10 verdünnten Mischung angegossen. Im Abstand von vier Wochen erfolgten zwei weitere Gießapplikationen.

In der Höhenentwicklung und im Befallsindex konnten keine Unterschiede zu unbehandelten Hopfenpflanzen festgestellt werden. Auch die aufwändige PCR-Analyse brachte keinen Unterschied. Es muss festgestellt werden, dass mit dem *Streptomyces*-stamm keine Bekämpfung der Hopfenwelke möglich ist.

## **Entwicklung eines Gerätes zur vollautomatischen Drahtaufhängung im Hopfenbau**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenbau/Produktionstechnik
<b>Finanzierung:</b>	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
<b>Projektleitung:</b>	J. Portner
<b>Bearbeitung:</b>	Dr. G. Fröhlich, Dr. Z. Gobor, ILT
<b>Kooperation:</b>	Fa. Soller GmbH, Geisenfeld
<b>Laufzeit:</b>	01.01.2008 – 30.04.2010

## **Ziel**

Ziel des geplanten Vorhabens ist es, das derzeit manuelle Aufhängen des Aufleitdrahtes zu automatisieren. Dazu soll von der Fa. Soller mit Unterstützung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) ein Prototyp entwickelt und im Feld erprobt werden. Geplant ist, das Gerät zur vollautomatischen Drahtaufhängung am Frontlader des Schleppers anzubringen, das gesteuert von Sensoren während der Vorfahrt den Aufleitdraht in 7 m Höhe in vorgegebenen Abständen vollautomatisch am Hopfengerüst befestigt. Der große Vorteil der Automatisierung besteht darin, dass die Arbeitskräfte auf der Hopfenkanzel (oft ausländische Saison-AK) eingespart werden können, die Unfallgefahr reduziert wird und die Arbeit unabhängiger von der Witterung durchgeführt werden kann.

## **Ergebnisse**

Hydraulik- und Mechatronikspezialisten des Instituts für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft haben einen von der Fa. Soller gefertigten Prototypen auf Schwachstellen untersucht und eine Fehleranalyse durchgeführt. Die Neugestaltung des Bindekopfes mit hydraulischen Schwenkmotoren und Verbesserungen in der Hydraulikversorgung wurden in einem zweiten Prototyp realisiert, der Ende des Jahres erstmals im Feld getestet werden konnte. Dabei wurde eine Flächenleistung von 0,17 ha/h (= 6 h/ha) gemessen. Bis Projektende im Frühjahr 2010 wird erwartet, dass der verbesserte Prototyp weitgehend störungsfrei läuft.

## **Automatische Erntemengenerfassung und Ertragskartierung bei Hopfen**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenbau/Produktionstechnik
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
<b>Projektleitung:</b>	J. Portner
<b>Bearbeitung:</b>	J. Portner
<b>Kooperation:</b>	Fa. Rottmeier, Erding; A. Widmann, Hüll
<b>Laufzeit:</b>	01.01.2008 – 31.12.2010

### **Ziel**

Im Rahmen eines Projekts soll eine automatische Erntemengenerfassung am Doldenförderband entwickelt werden. Die Zuordnung der Erntemenge zur Position im Feld soll mittels eines RFID-Transponderidentifikationssystems oder alternativ über eine GPS-Satellitenortung erfolgen.

Wenn die Erntemengenerfassung und Zuordnung gelingt, könnten die aufgezeichneten Daten mit Hilfe einer zu entwickelnden Software verrechnet und in Form einer Ertragskartierung im Raster von 10 auf 10 m farblich dargestellt werden. Mögliche Anwendungsgebiete wären z.B. in der Beratung das Aufdecken von Problembereichen aufgrund von Virusbefall, Bodenunterschieden und Spurennährstoffmangel und das Optimieren von Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen.

Im Versuchswesen könnten produktionstechnische Unterschiede ohne großen Aufwand ertraglich erfasst werden. Bei der Auswahl von Versuchsflächen für Exaktversuche würden die Ertragskarten Aussagen über die Homogenität des Hopfengartens liefern. Als weiterer Nebeneffekt wäre eine Dokumentation der Ernte hinsichtlich Datum, Dauer, Menge usw. denkbar.

### **Ergebnisse**

Das Ingenieurbüro Rottmeier installierte in einem Praxisbetrieb am Einzugsarm der Pflückmaschine ein RFID-Transponderidentifikationssystem und einen Rebenzähler. Zur automatischen Erntemengenerfassung wurde zwischen dem Doldenaustragsband und dem Förderband zum Grünhopfensilo eine Bandwaage eingebaut. Alternativ wurden über dem Förderband Ultraschallsensoren angebracht, die eine volumetrische Bestimmung der Erntemenge durchführten. Der Vorteil der Volumenmessung ist, dass unterschiedliche Feuchtigkeitsgehalte des Hopfens, die das Gewicht verfälschen können, keine Rolle spielen. Die kontinuierlichen Ertragsdaten wurden automatisch aufgezeichnet.

Die Zuordnung des Ertrags zu den Reihen auf dem Feld, erfolgte mit Hilfe von RFID-Transpondern, die jeweils an der letzten Aufleitung (- wird zuerst eingehängt -) der zu beerntenden Reihen angebracht waren. Zu Beginn des Einhängens einer neuen Fuhre wurde der Transponder von der oben aufliegenden Rebe abgenommen, dem Identifikationssystem zugeführt und so die aktuell beerntete Reihe registriert. Die Position des ermittelten Ertrages innerhalb der Reihe wurde mittels des Rebenzählers errechnet.

Alternativ wurde eine GPS-Satellitenortung erprobt. Dazu wurde ein hochempfindlicher GPS-Empfänger am Schlepper installiert und getestet, ob eine Ortung des Schleppers und somit der zu beerntenden Reihe während der Hopfenernte möglich ist. Die ersten Versuche waren erfolgsversprechend.

### **Sortenreaktion auf Reduzierung der Gerüsthöhe (6 m) und Erprobung neuer PS-Applikationstechniken**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenbau/Produktionstechnik
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
<b>Projektleitung:</b>	J. Portner
<b>Kooperation:</b>	Fa. Mitterer, Terlan
<b>Bearbeitung:</b>	S. Fuß, E. Niedermeier
<b>Laufzeit:</b>	01.01.2008 – 31.12.2010

#### **Ziel**

In diesem Projekt wurde in mehreren Praxisgärten (Ertragsanlagen verschiedener Hopfensorten) das 7 m hohe Hopfengerüst im Bereich der Versuchspartzellen auf 6 m reduziert. Ziel ist es, die Reaktion verschiedener Sorten hinsichtlich Pflanzenentwicklung, Krankheits- und Schädlingsbefall, Ertrag und Qualität bei verminderter Gerüsthöhe zu untersuchen. Bei den Aromasorten finden die Versuche mit den Sorten Perle und Hall. Tradition statt, bei den Bittersorten mit Hall. Magnum, Hall. Taurus und Herkules.

Im zweiten Projektteil soll in einer 6 m hohen Gerüstanlage ein modifiziertes Sprühgerät der Fa. Mitterer für niedrigere Gerüsthöhen (aus dem Obstbau) mit der herkömmlichen Sprühgerätetechnik verglichen werden. Untersucht werden soll hierbei, inwieweit der Wasseraufwand reduziert, die Wirkstoffanlagerung verbessert und die Umweltgefährdung durch Abdrift vermindert werden kann.

#### **Ergebnisse**

Aufgrund des Hagelschlags vom 26. Mai 2009 wurden 4 der 6 Versuchsstandorte zerstört, so dass keine Ertragsauswertung möglich war. Aussagen zu Wachstum und Ertrag bei reduzierter Gerüsthöhe sind daher noch nicht möglich und bedürfen weiterer Untersuchungen in den nächsten Jahren.

Das neuartige Sprühgerät der Fa. Mitterer wurde 2009 in einer 7 m hohen Anlage im Vergleich mit einem herkömmlichen Sprühgerät getestet und brachte gute Benetzungsergebnisse im Gipfelbereich. Die Versuche werden mit leichten Modifizierungen am Sprühgerät 2010 fortgesetzt.

## 1.2 Forschungsschwerpunkte

### 1.2.1 Züchtungsforschung Hopfen

#### **Züchtung von Qualitätssorten im Aroma – und Bitterstoffbereich mit optimierten Inhaltsstoffen (z.B. Bittersäuren, Xanthohumol, antioxidative Substanzen)**

<b>Leitung:</b>	A. Lutz, RDin Dr. E. Seigner
<b>Bearbeitung:</b>	A. Lutz, J. Kneidl, Team von IPZ 5c
<b>Kooperation:</b>	Dr. K. Kammhuber, Team von IPZ 5d

#### **Ziel**

Die Mannigfaltigkeit der ätherischen Öle, der Bitterstoffe und polyphenolischen Substanzen in den Dolden des Hopfens bieten breite Anwendungsmöglichkeiten, die weit über den Einsatz des Hopfens beim Brauen von Bier hinausgehen. Bittersäuren und vor allem Betasäuren werden aufgrund ihrer bakteriostatischen und antimikrobiellen Wirkung als umweltverträgliches, gesundheitlich unbedenkliches Konservierungsmittel beispielsweise in der Lebensmittel- und Ethanolindustrie eingesetzt. Auch in der Tierfütterung spielen sie als Ersatz für Antibiotika eine zunehmende Rolle. Darüber hinaus ist Hopfen wegen seiner gesundheitsfördernden Inhaltsstoffen wie z.B. Xanthohumol und auch Bittersäuren für den pharmazeutisch-medizinischen Bereich interessant.

#### **Maßnahmen und Ergebnisse**

2009 wurden speziell 12 Kreuzungen durchgeführt, um die Inhaltsstoffe des Hopfens für alternative Anwendungsgebiete anzupassen. Im Fokus standen die Erhöhung des Beta-säuren- und Xanthohumolgehaltes.

Kreuzungselter	Alphasäuregehalt	Betasäuregehalt	Alpha-+ Betasäuregehalt	Xanthohumol
2003/067/002	9,5 – 14,5	11,0 – 14,0	20 – 27	0,6 – 0,8
2003/067/005	12,0 – 16,5	9,0 – 12,0	21 – 26	0,6 – 0,8
2001/101/704	10,0 – 15,0	3,2 – 4,7	13 – 19	1,4 – 2,1
2000/109/728	16,5 – 23,5	5,0 – 6,4	21 – 29	0,7 – 1,0
Hall. Taurus	13,0 – 20,0	4,0 – 6,0	17 – 26	0,7 – 1,0

- Prüfungen der Sämlinge auf Krankheitsresistenz im Gewächshaus und Labor
- Anbauprüfung der krankheitsresistenten Sämlinge
- Selektion der agronomisch interessanten Sämlinge
- Analyse der Inhaltsstoffe mittels HPLC, NIRS und GC

## Die Hochalphasorte Herkules – enormes Leistungspotential nur unter optimalen Bedingungen

- Leitung:** A. Lutz, Dr. E. Seigner
- Bearbeitung:** A. Lutz, J. Kneidl, Team von IPZ 5c
- Kooperation:** Dr. K. Kammhuber, Team von IPZ 5d;  
HVG Hopfenverwertungsgenossenschaft e.G.

### Ziel

Seit dem Beginn des Anbaus von Herkules in der Praxis 2005 wurden die Flächen von 30 auf 2388 ha ausgeweitet. Ein auf Praxisdaten gestützter Vergleich von Herkules mit den beiden anderen Hüller Hochalphasorten Hallertauer Magnum und Hallertauer Taurus soll zeigen, inwieweit die bei Stammes- und Hauptprüfungen in den beiden Zuchtgärten sowie in Anbauprüfungen bei Versuchslandwirten gewonnenen Erkenntnisse zu Herkules in der Praxis unter unterschiedlichsten Boden- und Bewirtschaftungsbedingungen bestätigt werden können.

### Methoden

- Ertragsbestimmung (in kg/ha)
- Alphasäurenbestimmung über die konduktometrische Titration nach EBC 7.4
- Alphasäurenertrag als Produkt von Alphasäuregehalt  
(kg  $\alpha$ -Säuren/kg Hopfen) x Ertrag (kg/ha)

### Ergebnisse

Bei allen Leistungsmerkmalen zeigte Herkules auch im Praxisanbau im Vergleich zu beiden Hüller Hochalphasorten Hallertauer Magnum und Hallertauer Taurus einen deutlichen bis sehr deutlichen Züchtungsfortschritt. Die in der Tabelle zusammengefassten Mittelwerte der Erträge (in kg/ha), Alphasäuregehalte (in %) und des Alphasäurenertrages (kg  $\alpha$ -Säuren/ha) im Praxisanbau von 2007 bis 2009 belegen diesen Leistungsvorsprung.

Jahr	Ertrag in kg/ha			$\alpha$ -Säurenwerte (KW, AHA)			kg $\alpha$ -Säuren/ha		
	Magnum	Taurus	Herkules	Magnum	Taurus	Herkules	Magnum	Taurus	Herkules
2007	1850	2075	2900	12,6	16,1	16,1	233	334	467
2008	2480	2170	2900	15,7	17,9	17,3	389	388	502
2009	1850	2030	3100	14,6	17,1	17,3	270	347	536
Mittel abs.	2060	2092	2967	14,3	17,0	16,9	295	356	501
Mittel rel.	69	71	100	85	101	100	59	71	100

Wegen des hohen Anteils an Junghopfen mussten die Ernteerträge für Herkules geschätzt werden. Die Alphasäurenwerte wurden von der Arbeitsgruppe Hopfenanalytik (AHA) durch konduktometrische Titration (EBC 7.4) bestimmt.

Die Daten bestätigen, dass es mit Herkules gelungen ist, eine leistungsstarke, robuste Hochalphasorte mit stabilen, sehr hohen Ertrags- und Alphasäurenwerten den Pflanzern zur Verfügung zu stellen.

Sie garantiert Liefersicherheit von bestem Qualitätshopfen - heute und auch in Zukunft. Allerdings zeigte sich, dass Herkules bei Anbaufehlern wie z.B. Stockverletzungen, Herbizidverbrennungen, zu früher Ernte äußerst sensibel und sehr nachtragend reagieren kann.

## **1.2.2 Hopfenbau, Produktionstechnik**

### **Versuche zur Bewässerungssteuerung im Hopfenanbau**

**Bearbeitung:** J. Münsterer

In einem Bewässerungsversuch am Standort Schafhof werden die für einen optimalen Hopfenertrag erforderlichen Bewässerungsmengen und -zeitpunkte in verschiedenen Versuchsvarianten und Stufen ermittelt. Verglichen wurden die betriebsübliche Bewässerungssteuerung mit computergestützten Wasserhaushaltsmodellen und Verfahren zur Messung der Bodenfeuchte.

### **Positionierung der Tropfschläuche bei der Hopfenbewässerung**

**Bearbeitung:** J. Münsterer

An den drei vom Boden her unterschiedlichen Standorten Ilmendorf, Kolmhof und Oberempfenbach wird überprüft, inwiefern bei betriebsüblicher Hopfenbewässerung eine unterschiedliche Positionierung der Tropfschläuche Auswirkungen auf Wachstum und Ertrag hat. Verglichen wird die Bewässerung mit auf dem Bifang verlegten Schläuchen mit einer Variante, bei der die Tropfschläuche seitlich neben dem Bifang im Boden dauerhaft eingezogen wurden.

### **Steigerung der Trocknungsleistung von Hopfen**

**Bearbeitung:** J. Münsterer

Die Trocknungsleistung von Hordendarren ist abhängig von der Sorte, der Darrfläche, der Trocknungstemperatur, der Aufschütthöhe, dem Wassergehalt bzw. Reifezustand und der Geschwindigkeit der durchströmenden Trocknungsluft. Um eine Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Sorten und Betrieben herzustellen, ist es notwendig, die Trocknungsleistung auf eine einheitliche Größe zu reduzieren. Als Maß dafür eignet sich die Trocknungsleistung in kg Trockenhopfen / m<sup>2</sup> Darrfläche und Stunde Trocknungszeit.

Ziel der Versuche 2009 war es, die Schütthöhe unter sonst gleichen Bedingungen so zu variieren, dass eine optimale Trocknungsleistung erzielt wird. Da der Feuchtegehalt des Grünhopfens je nach Witterung stark schwanken kann, wurde zur Ermittlung der optimalen Trocknungsleistung anstelle der Schütthöhe das Schüttgewicht herangezogen.

Durch Beibehaltung des optimalen Schüttgewichts konnte im Praxisversuch die Trocknungsleistung deutlich gesteigert werden. Ein ausführlicher Bericht ist unter Punkt 5 zu finden.

### **Standraum- und Aufleitversuch bei der Sorte Herkules**

**Projektleitung:** J. Portner

**Bearbeitung:** E. Niedermeier

Der optimale Standraum oder Abstand in der Reihe hängt vom Habitus der Rebe ab und ist sortentypisch zu ermitteln. Aufleitversuche dienen dazu, bei den neueren Sorten die optimale Rebenzahl pro Aufleitung zu finden; denn mit steigender Zahl der Reben pro Aufleitung erhöhen sich der Arbeitszeitbedarf beim An- und Nachleiten sowie der Krankheitsdruck durch die dichte Belaubung.

Für den wirtschaftlichen Erfolg ist aber nach wie vor das Optimum an Ertrag und Alpha-säure von entscheidender Bedeutung. Zur Klärung der Versuchsfragen wurde 2006 die neue Hochalphasorte Herkules im Abstand von 1,44 m und 1,62 m in der Reihe gepflanzt und 2 bzw. 3 Reben pro Aufleitung angedreht.

Nach dreijähriger Versuchsernte mit mehrfacher Wiederholung konnten keine gesicherten Ertragsunterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden. Ein ausführlicher Bericht ist unter Punkt 5 zu finden.

### **Fungizidbehandlungen mit und ohne Strobilurine**

**Bearbeitung:** J. Schätzl, S. Fuß

**Laufzeit:** 2007 – 2010

Neben der fungiziden Wirkung werden den Pflanzenschutzmitteln aus der Gruppe der Strobilurine positive Einflüsse auf die Ertrags- und Inhaltsstoffbildung nachgesagt. Optisch kann ein gewisser „Greening-Effekt“ nachgewiesen werden.

Zur Absicherung der Ergebnisse werden in einem Praxisbestand zwei Peronospora-behandlungen mit einem Strobilurinpräparat und einem Vergleichsmittel einer anderen Wirkstoffgruppe ausgebracht und hinsichtlich Ertrag und Alphasäuregehalt beerntet. Aufgrund widersprüchlicher Ergebnisse wird der Versuch noch ein Jahr fortgeführt.

## **Prüfung alternativer Aufleitmaterialien**

**Bearbeitung:** J. Schätzl

Seit vielen Jahren besteht der Wunsch im Hopfenanbau als Aufleitmaterial eine Alternative zum konventionellen Eisendraht zu finden. Hauptgrund ist die Problematik der Hopfenspikes bei der Rückführung der Rebenhäcksel. Nicht eisenhaltiges Aufleitmaterial würde auch die Schneidwerkzeuge schonen und zu einer Erhöhung der Lebensdauer der Stacheldrähte beitragen. Verrottbares Material wäre auch geeignet zur Vergärung von Rebenhäcksel in Biogasanlagen. In einem Praxishopfungarten wurden daher Papierschnüre in 3 verschiedenen Stärken im Vergleich zum herkömmlichen Eisendraht getestet. Als Hauptproblem stellte sich die rasche Zersetzung der Papierschnur im Übergang vom Boden zur Luft heraus. Ein ausführlicher Bericht ist unter Punkt 5 zu finden.

## **Stickstoffsteigerungsversuch mit Flächen- und Banddüngung**

**Projektleitung:** J. Portner

**Bearbeitung:** E. Niedermeier

**Laufzeit:** 2007 – 2011

Frühere Versuche aus der Hallertau und aus Thüringen belegen, dass mit der Banddüngung gegenüber einer flächigen Ausbringung bis zu ein Drittel der Stickstoffdüngung ohne Ertragseinbußen eingespart werden kann. Neben positiven Effekten für die Umwelt ergeben sich Vorteile in Hopfenbaubetrieben, die bei der Stickstoffdüngung an die Grenzen des tolerierbaren Saldoüberhangs im Nährstoffvergleich nach der Düngeverordnung stoßen. Der angelegte Stickstoffsteigerungsversuch geht der Frage nach, ob die Grenze des Saldoüberhangs von 60 kg N/ha im Hopfenbaubetrieb ausreichend ist und tatsächlich mit der Banddüngung Stickstoff eingespart werden kann.

## **Blattdüngung mit Pentakeep**

**Projektleitung:** J. Portner

**Bearbeitung:** E. Niedermeier

**Laufzeit:** 2008 – 2010

Der Blattdünger Pentakeep enthält neben verschiedenen Haupt- und Spurennährstoffen die Verbindung Aminolaevulinsäure, der eine stresskompensierende Wirkung mit Ertrags und Alphagehaltssteigerung nachgesagt wird. Getestet wird der Blattdünger in 2 Praxisgärten bei der Aromasorte Perle und der Bitterstoffsorte Hall. Magnum. Die Sprühapplikation erfolgt im Vergleich zur Nullparzelle in zwei Varianten nach den Vorgaben des Herstellers.

In der 1. Versuchsvariante wird Pentakeep 6-mal mit 0,5 kg/ha in jeweils 1000 l Wasser gespritzt. Alternativ wird das Präparat 3-mal mit steigenden Aufwandmengen (0,5 kg/ha; 1,0 kg/ha und 1,5 kg/ha) und steigenden Wassermengen (1000 l; 2000 l und 3000 l/ha) angewendet.

### **Erprobung eines Witterungsmodells Adcon für den Peronospora-Warndienst**

**Projektleitung:** J. Portner  
**Bearbeitung:** J. Schätzl  
**Laufzeit:** 2008 – 2013

Zur Vorhersage der Peronosporabefallswahrscheinlichkeit wird täglich an 5 Stationen in der Hallertau und jeweils an einem Standort in Spalt und Hersbruck die Anzahl der Zoosporangien mit Sporenfallen ermittelt. Bei Überschreitung der Schadschwelle und günstigen Witterungsbedingungen für den Schaderreger erfolgt ein regional- und sortendifferenzierter Spritzaufruf. In anderen Anbaugebieten (Elbe-Saale, Tschechien) wird die Warndienstvorhersage ohne Kenntnis des Infektionspotentials lediglich mit Witterungsmodellen gemacht. Inwieweit das zeit- und arbeitsintensive Auszählen der Zoosporangien notwendig ist, soll in einem 5jährigen Versuch an den Peronosporastandorten ermittelt werden. Dazu wird der von den Adcon-Wetterstationen errechnete Index mit den Aufrufen nach dem Krehmeller-Modell verglichen, um einen Adcon-Schwellenwert für anfällige und tolerante Sorten zu bestimmen. In Exaktversuchen wird überprüft, ob die unterschiedlich generierten Spritzaufträge ertrags- und qualitätsbeeinflussend waren.

### **1.2.3 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, B. Sperr, Dr. K. Kammhuber  
**Kooperation:** AG Hopfenbau/Produktionstechnik, AG Pflanzenschutz Hopfen, AG Züchtungsforschung Hopfen  
**Laufzeit:** Daueraufgabe

Hopfen wird vor allem wegen seiner Inhaltstoffe 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 $\alpha$ -Säuren- und Wassergehalt**

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

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

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

## **Entwicklung von Analysenmethoden für die Hopfenpolyphenole**

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

Die Polyphenole werden vor allem wegen ihrer für die Gesundheit positiven Eigenschaften immer mehr interessant hinsichtlich alternativer Anwendungen von Hopfen. Deshalb ist es wichtig, geeignete Analysenmethoden zur Verfügung zu haben. Es gibt bis jetzt noch keine offiziellen standardisierten Methoden. Seit dem Jahr 2007 wird innerhalb der AHA an einer Standardisierung der Analysenmethoden für den Gesamtpolyphenol- und Gesamtflavanoidgehalt gearbeitet.

Die Variationskoeffizienten  $V_kR$  sind noch relativ hoch. An der Verbesserung wird gearbeitet. In einem ersten Ringversuch wurde eine HPLC-Methode für Quercetin und Kämpferol getestet. Die ermittelten Ergebnisse waren vergleichbar. Der nächste Schritt ist die Entwicklung einer HPLC-Methode für das ganze Spektrum der niedermolekularen Polyphenole.

## Einführung und Etablierung der UHPLC in die Hopfenanalytik

**Projektleitung:** Dr. K. Kammhuber

**Bearbeitung:** B. Wyschkon, C. Petzina, Dr. K. Kammhuber

**Laufzeit:** Mai 2008 bis Ende offen

Im Mai 2008 ist in Hüll eine UHPLC-Anlage aufgestellt worden. UHPLC steht für ultra HPLC und ist eine Weiterentwicklung der konventionellen HPLC. Die Anlage kann Drücke bis 1000 bar erzeugen, dadurch können Säulen, die mit Partikeln kleiner 2 µm gefüllt sind, verwendet werden. Die Analysenzeiten werden deutlich reduziert, wobei aber die Auflösung erhalten bleibt. Die HPLC-Methode nach EBC 7.4 kann in 4 Minuten durchgeführt werden. Das bedeutet eine erhebliche Zeit- und Lösungsmittelsparnis. Mit der Anschaffung der UHPLC-Anlage ist das Hüller Labor wieder auf dem neuesten technischen Stand. Das Bayerischen Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten fördert ein Projekt mit dem Titel „Differenzierung des Welthopfensortiments mit Hilfe der niedermolekularen Polyphenole“, das in den Jahren 2010 und 2011 bearbeitet und mit dem UHPLC-System durchgeführt wird.

### 1.2.4 Pflanzenschutz im Hopfen

#### Prüfung von Pflanzenschutzmitteln für Zulassung bzw. Genehmigung und Beratungsunterlagen 2009

**Projektleitung:** B. Engelhard

**Bearbeitung:** J. Schwarz, G. Meyr

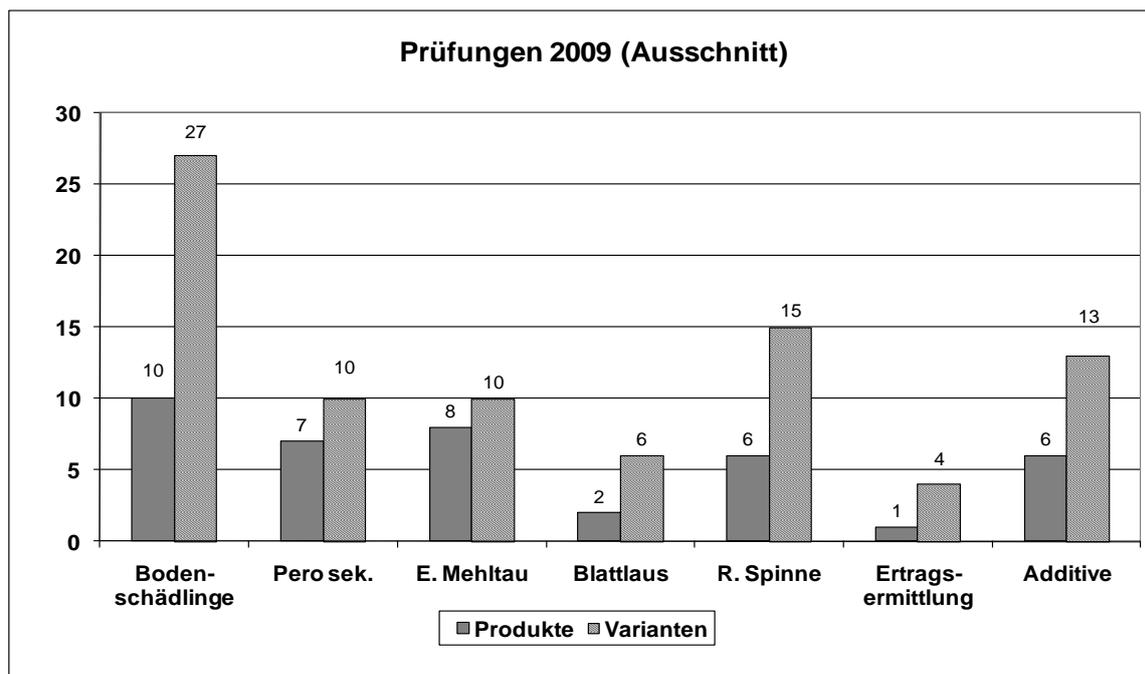


Abb. 1.1: Prüfungen

Schwerpunkte der Prüfungen waren Neuformulierungen von Akariziden und der Zusatz von Additiven zur Schädlingsbekämpfung. Gegen Peronospora konnten Produkte mit geringerem Kupfergehalt erfolgreich geprüft werden. Nach umfangreichen Prüfungen über mehrere Jahre bleibt nur das Produkt Actara für einen wirkungsvollen Einsatz zur Bekämpfung der Bodenschädlinge übrig. Gleichzeitig wäre damit der Erstbefall von Erdfloh zu bekämpfen.

## **2 Witterung 2009 – Hagelunwetter am 26. Mai vernichtet rund 4000 ha Hopfen in der Hallertau**

**LLD Bernhard Engelhard, Dipl. Ing. agr.**

Hagelereignisse sind normal auf schmale Streifen und wenige Quadratkilometer beschränkt. Das Unwetter am Abend des 26. Mai hat bisher unbekannte Dimensionen erreicht und im Zentralgebiet Hopfenpflanzen total zerstört. Ein weiteres Zeichen für die häufiger vorkommenden Witterungsextreme im Zusammenhang mit der Klimaveränderung.

### **Jahreswitterung und die Auswirkungen auf den Hopfen**

- Einem ausgeprägten Weihnachtstauwetter folgte eine durchgehende Frostperiode bis 20. Februar. Da eine Schneedecke fehlte, war der Boden bis 50 cm tief gefroren; in der zweiten Februarhälfte fiel auch Schnee auf gefrorenen Boden:
  - gute Frostgare,
  - gute Bedingungen zum Draht aufhängen,
  - erschwerte Bedingungen bei der Aufstellung von Neuanlagen.
- Pünktlich zum kalendarischen Frühjahrsanfang am 01.03. setzte das Tauwetter ein und führte z. T. zu Hochwasser. Nach wenigen Tagen war es für den Rest des Monats März regnerisch und kalt mit Schneefall:
  - sehr schwierige Bedingungen zum Hopfen schneiden.
- Mit dem 1. April kam der Frühling bzw. der Frühsommer. Der phänologische Vegetationsbeginn fiel auf den 2. April. Nur von Regenschauern am 17./18. April unterbrochen (8 bis 20 mm) hatte der April sommerliche Temperaturen:
  - Vegetation ist „explodiert“,
  - Hopfen treibt je nach Sorte und Schnitttiefe sehr unterschiedlich aus; NB hatte auf Sandboden Ende April bereits 2 m Wuchshöhe; jeder Zentimeter tieferer Schnitt brachte deutlich verzögerten Austrieb,
  - Ausputzen und Anleiten mit z.T. großen Schwierigkeiten, da Saisonpersonal für später bestellt war,
  - ungewöhnlich starkes Vorkommen von Liebstöckelrüsslern,
  - sehr starkes Auftreten des Erdflohs,
  - am 28. April bereits erste Aphisfliegen gefunden!

- Immer ausreichend (eher zu viel) Niederschläge im Mai. Hagelunwetter am 26. Mai:
  - zügiges Wachstum; im Zuchtgarten am 25.05. bereits erste männliche und weibliche Blütenansätze,
  - in vielen Hopfengärten starke Peronospora-Primärinfektion,
  - am 15.05. erster Spritzaufruf nach dem neuen Mehлтаuprognose-Modell,
  - Bodenverdichtungen.
- Im Juni Gewitter mit lokal unterschiedlich starken Niederschlägen:
  - enorm kurze Perioden, in denen Pflanzenschutzmaßnahmen möglich waren. Vom 18. – 29.06. zu den wichtigsten Terminen zur Bekämpfung von Krankheiten, war wegen ständigem Regen und Wind praktisch kein Pflanzenschutz möglich,
  - Peronospora- Explosion im Hagelgebiet.
- Juliwitterung mit rund 130 mm Regen optimal für den Ertrag.
- Die bisherige Witterung hatte jedoch auch nachteilige Entwicklungen für den Hopfen gebracht:
  - Zwitterigkeit; „Kriesel“, der Doldenansatz verhindert,
  - Doldenverlaubung,
  - (besonders Magnum hat unter den Nachwirkungen des extremen Frühjahrs gelitten),
  - Welke in fast allen Sorten.
- Der August brachte bei ausreichender Wasserbevorratung und ca. 60 mm Regen, leicht überdurchschnittlichen Temperaturen und Sonnenscheinstunden optimale Voraussetzungen für sehr gute Qualitäten!
- Erntebedingungen:
  - kaum Regen und angenehme Temperaturen brachten ideale Rahmenbedingungen,
  - nur geringer Krankheits- und Schädlingsbefall,
  - durch die Trockenheit schnelle Abreife; z.T. noch Trockenschäden bei späten Sorten und Junghopfen.

## 2.1 Witterungsdaten (Monatsmittelwerte bzw. Monatssummen) 2009 im Vergleich zu den 10- und 50-jährigen Mittelwerten

Monat		Temperatur in 2 m Höhe			Relat. Luftf. (%)	Niederschlag (mm)	Tage m. N <sup>o</sup> schlag >0,2 mm	Sonnenschein (Std.)
		Mittel (°C)	Min.Ø (°C)	Max.Ø (°C)				
Januar	2009	-4,1	-7,7	0,5	85,2	24,8	6,0	88,7
	Ø 10-j.	-0,4	-3,9	3,3	88,7	54,4	12,1	74,5
	50-j.	-2,4	-5,1	1,0	85,7	51,7	13,7	44,5
Februar	2009	-0,9	-4,5	2,8	84,9	48,5	15,0	52,2
	Ø 10-j.	0,7	-3,9	5,6	85,2	42,3	12,6	97,8
	50-j.	-1,2	-5,1	2,9	82,8	48,4	12,8	68,7
März	2009	3,6	0,3	7,7	82,6	81,6	21,0	65,6
	Ø 10-j.	4,2	-0,9	9,8	81,2	74,3	13,1	147,2
	50-j.	2,7	-2,3	8,2	78,8	43,5	11,3	134,4
April	2009	11,9	4,5	20,0	69,3	39,1	7,0	246,5
	Ø 10-j.	8,9	2,9	15,2	74,5	64,3	11,9	189,8
	50-j.	7,4	1,8	13,3	75,9	55,9	12,4	165,0
Mai	2009	14,4	8,0	21,1	76,7	137,9	21,0	223,2
	Ø 10-j.	14,1	7,8	20,5	73,6	93,4	12,7	222,1
	50-j.	11,9	5,7	17,8	75,1	86,1	14,0	207,4
Juni	2009	15,8	10,1	21,6	76,0	111,0	16,0	201,9
	Ø 10-j.	17,2	10,4	23,9	72,9	85,7	13,5	247,2
	50-j.	15,3	8,9	21,2	75,6	106,1	14,2	220,0
Juli	2009	17,9	12,1	24,7	80,2	136,2	16,0	221,8
	Ø 10-j.	18,0	11,8	24,8	75,7	103,1	15,7	235,0
	50-j.	16,9	10,6	23,1	76,3	108,4	13,9	240,3
August	2009	18,6	12,2	26,2	79,4	57,8	9,0	262,7
	Ø 10-j.	17,5	11,5	24,4	78,7	94,2	12,9	208,6
	50-j.	16,0	10,2	22,5	79,4	94,9	13,3	218,4
September	2009	14,5	8,7	21,7	82,9	27,6	7,0	190,1
	Ø 10-j.	13,4	8,0	19,9	83,1	72,0	11,9	163,9
	50-j.	12,8	7,4	19,4	81,5	65,9	11,4	174,5
Oktober	2009	7,9	3,7	12,5	88,1	87,8	16,0	98,7
	Ø 10-j.	9,3	4,8	14,8	87,6	59,7	11,6	117,2
	50-j.	7,5	2,8	13,0	84,8	60,0	10,4	112,9
November	2009	5,6	1,6	10,3	89,6	65,6	12	82,3
	Ø 10-j.	3,4	0,1	7,2	91,7	63,8	12,9	62,5
	50-j.	3,2	-0,2	6,4	87,5	58,8	12,6	42,8
Dezember	2009	-0,1	-3,6	2,9	90,2	79,8	19	44,9
	Ø 10-j.	0,2	-2,7	3,4	90,8	49,4	13,9	60,5
	50-j.	-0,9	-4,4	1,6	88,1	49,1	13,3	34,3
Ø Jahr 2009		8,8	3,8	14,3	82,1	897,7	165,0	1778,6
10 – jähriges Mittel		8,9	3,8	14,4	82,0	856,7	154,8	1826,4
50 – jähriges Mittel		7,4	2,5	12,5	81,0	828,8	153,3	1663,2

Das 50-jährige Mittel bezieht sich auf die Jahre 1927 bis einschließlich 1976, das 10-jährige Mittel bezieht sich auf die Jahre 1999 bis einschließlich 2008.

### 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
1963	13 259	0,68	1991	3 957	5,70
1973	8 591	2,33	1992	3 796	6,05
1974	8 120	2,48	1993	3 616	6,37
1975	7 654	2,64	1994	3 282	6,69
1976	7 063	2,79	1995	3 122	7,01
1977	6 617	2,90	1996	2 950	7,39
1978	5 979	2,94	1997	2 790	7,66
1979	5 772	2,99	1998	2 547	7,73
1980	5 716	3,14	1999	2 324	7,87
1981	5 649	3,40	2000	2 197	8,47
1982	5 580	3,58	2001	2 126	8,95
1983	5 408	3,66	2002	1 943	9,45
1984	5 206	3,77	2003	1 788	9,82
1985	5 044	3,89	2004	1 698	10,29
1986	4 847	4,05	2005	1 611	10,66
1987	4 613	4,18	2006	1 555	11,04
1988	4 488	4,41	2007	1 511	11,70
1989	4 298	4,64	2008	1 497	12,49
1990	4 183	5,35	2009	1 473	12,54

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

Anbau- gebiet	Hopfenanbauflächen				Hopfenbaubetriebe				Hopfenfläche je Betrieb in ha	
	in ha		Zunahme + / Abnahme - 2009 zu 2008		2008	2009	Zunahme + / Abnahme - 2009 zu 2008		2008	2009
	2008	2009	ha	%			Be- triebe	%		
Hallertau	15 678	15 485	- 193	- 1,2	1 213	1 197	- 16	- 1,3	12,92	12,94
Spalt	382	361	- 21	- 5,5	81	77	- 4	- 4,9	4,72	4,69
Tettngang	1 233	1 221	- 12	- 1,0	172	168	- 4	- 2,3	7,17	7,27
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	19	19	± 0	± 0	2	2	± 0	± 0	9,50	9,50
Elbe-Saale	1 383	1 387	+ 3	+ 0,2	29	29	± 0	± 0	47,69	47,83
<b>Deutsch- land</b>	<b>18 695</b>	<b>18 473</b>	<b>- 223</b>	<b>- 1,2</b>	<b>1 497</b>	<b>1 473</b>	<b>- 24</b>	<b>- 1,6</b>	<b>12,49</b>	<b>12,54</b>

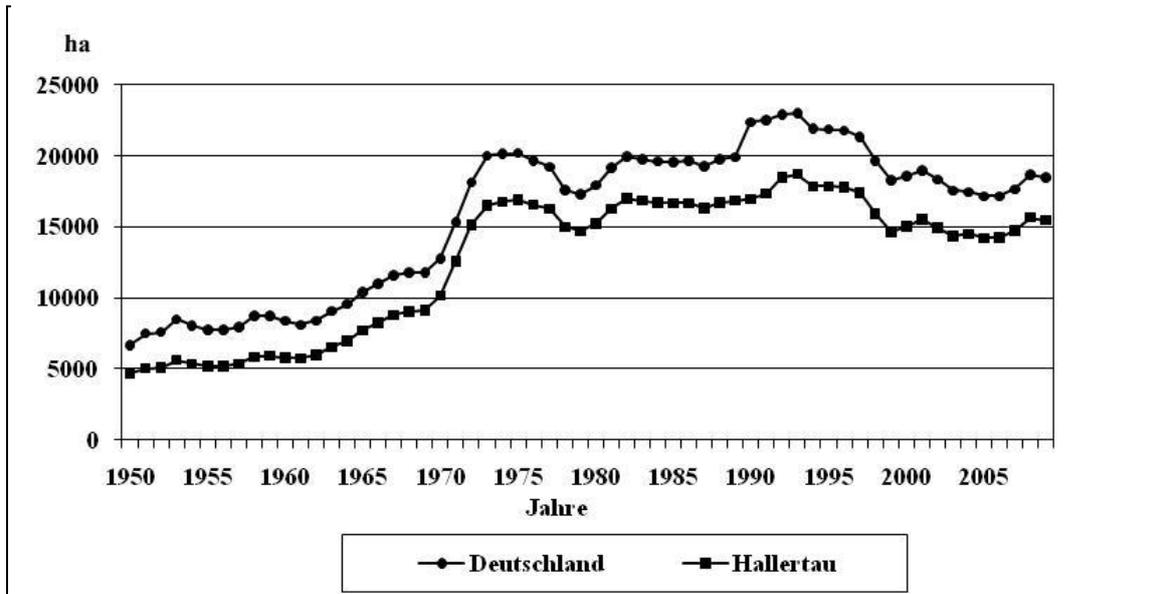


Abb. 3.1: Hopfenanbauflächen in Deutschland und in der Hallertau

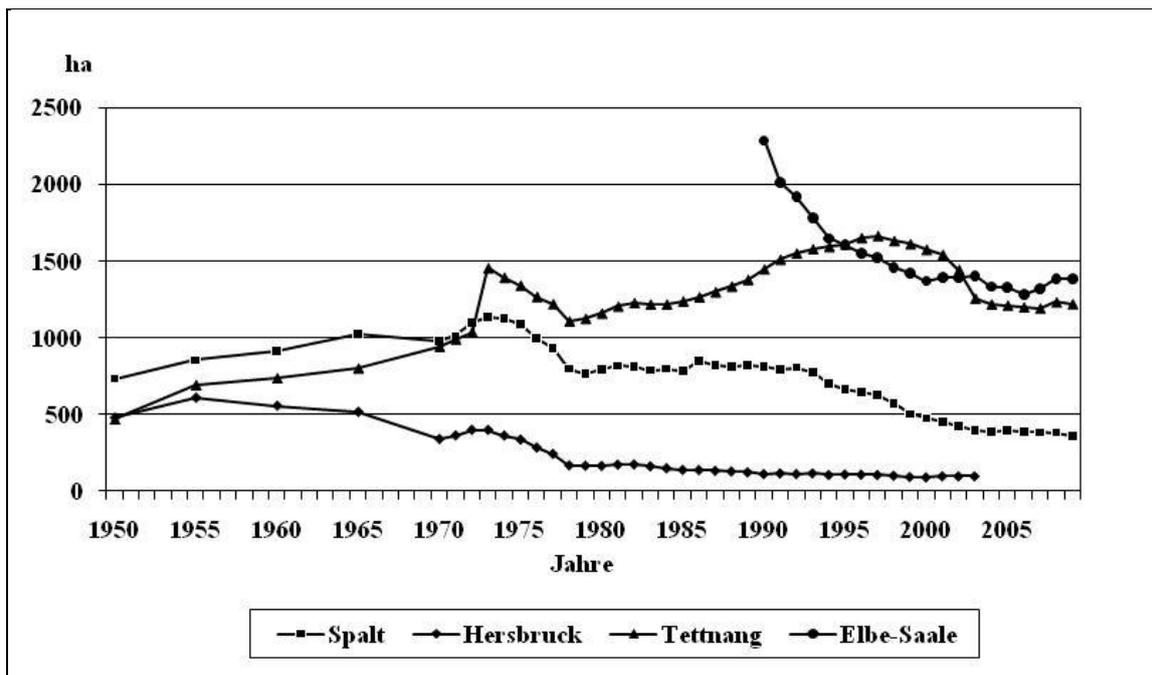


Abb. 3.2: Hopfenanbauflächen in den Gebieten Spalt, Hersbruck, Tettwang und Elbe-Saale

Das Anbaugesamt Hersbruck gehört seit 2004 zur Hallertau

### 3.1.2 Hopfensorten

Die im Vorjahr beobachtete Verschiebung des Anbaus weg von den Aromasorten hin zu den Bitterstoffsorten hat sich auch 2009 fortgesetzt. Das liegt zum einen an der erneuten Flächenausdehnung der neuen Hochalphasorte Herkules um 520 ha. Die Sorte hat damit 12,9 % Flächenanteil und ist mit 2388 ha jetzt die zweitgrößte Bitterstoffsorte und viertgrößte Sorte in Deutschland. Der andere Grund ist die enorme Flächenreduzierung bei der Sorte Hallertauer Mittelfrüher um 883 ha, die auf Initiative des Brauereikonzerns AB-InBev zustande kam. Der Anteil der Aromasorten im Jahr 2009 beträgt nur noch 53,4 % gegenüber 56,2 % in 2008. Dementsprechend haben die Bitterstoffsorten von 43,8 % Flächenanteil auf 46,6 % im Jahr 2009 zugelegt.

Aufgrund der Flächenanpassung bei der Sorte Hallertauer Mittelfrüher und der gesättigten Marktlage wurde der Hopfenanbau in Deutschland um 223 ha auf 18 473 ha reduziert. Bei den Aromasorten gab es nennenswerte Flächenmehrungen bei den Sorten Hallertauer Tradition (+101 ha), Perle (+83 ha), Hersbrucker Spät (+28 ha) und Tettlinger (+34 ha). Die neuen Aromasorten Saphir, Opal und Smaragd konnten ihre Anbaufläche gerade halten oder nur geringfügig steigern. Insgesamt büßte die Aromafläche 643 ha ein. Die Fläche der Bitterstoffsorten nahm 2009 um 421 ha zu, wobei eine Flächenmehrung ausschließlich bei der Sorte Herkules erfolgte.

Eine genaue Aufteilung der Sorten nach Anbaugebieten ist aus den Tabellen 3.3 und 3.4 zu ersehen.

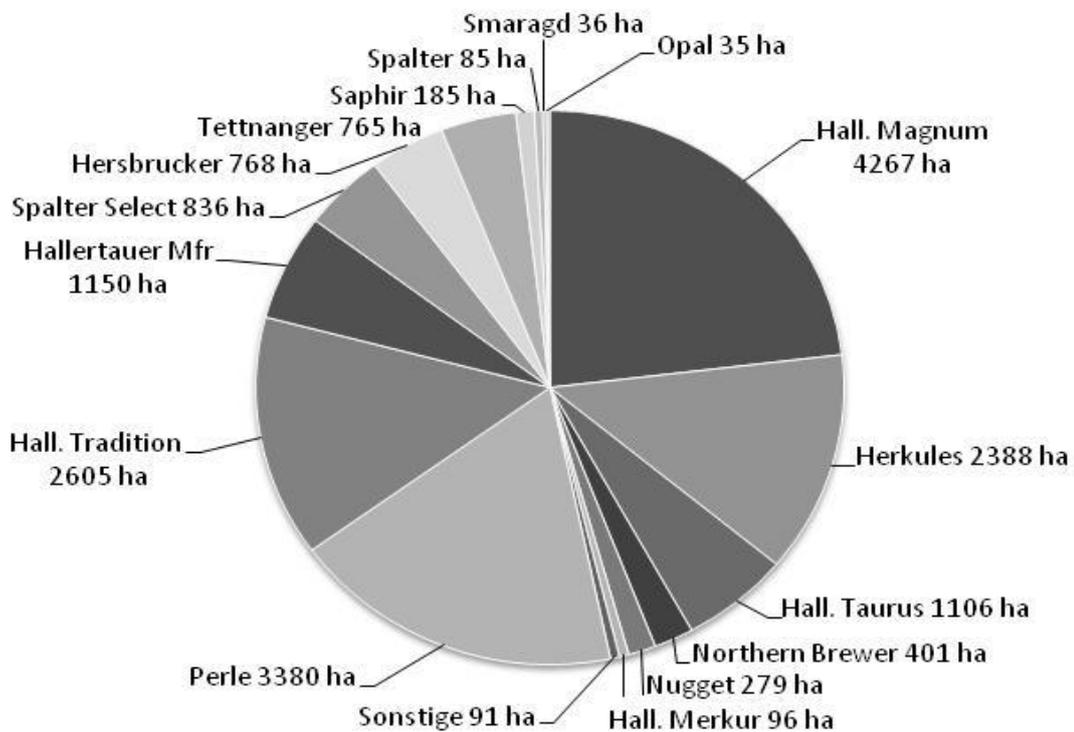


Abb. 3.3: Flächenanteile der Hopfensorten in Deutschland 2009

Tab. 3.3: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2009  
Aromasorten

Anbaugebiet	Anbau- fläche gesamt	HA	SP	TE	HE	PE	SE	HT	SR	OL	SD	Sonst.	Aromasorten	
													ha	%
Hallertau	15.485	761	5		766	3.128	731	2.493	185	35	31	7	8.142	52,6
Spalt	361	86	80		3	24	103	32					327	90,7
Tettngang	1.221	302		765		70		43			5		1.184	96,9
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	19	1				8	2	5					16	85,8
Elbe-Saale	1.387					150		33				8	191	13,8
<b>Deutschland</b>	<b>18.473</b>	<b>1.150</b>	<b>85</b>	<b>765</b>	<b>768</b>	<b>3.380</b>	<b>836</b>	<b>2.605</b>	<b>185</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>15</b>	<b>9.861</b>	<b>53,4</b>
Sortenanteil in %		6,2	0,5	4,1	4,2	18,3	4,5	14,1	1,0	0,2	0,2	0,1		

### Sortenveränderung in Deutschland

2008 ha	18.695	2.034	90	731	740	3.297	842	2.503	187	30	36	13	10.504	56,2
2009 ha	18.473	1.150	85	765	768	3.380	836	2.605	185	35	36	15	9.861	53,4
Veränderung in ha	- 223	- 883	- 5	+ 34	+ 28	+ 83	- 6	+101	- 2	+ 5	- 1	+ 2	- 643	- 2,8

Tab. 3.4: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2009  
Bitterstoffsorten

Anbaugebiet	NB	BG	NU	TA	HM	TU	MR	HS	Sonst.	Bitterstoffsorten	
										ha	%
Hallertau	268	27	249	6	3.415	1.077	68	2.208	24	7.342	47,4
Spalt					4		9	21		34	9,3
Tettngang					1	6		24	6	37	3,1
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz					2			0		3	14,2
Elbe-Saale	132		30	4	844	23	19	134	8	1195	86,2
<b>Deutschland</b>	<b>401</b>	<b>27</b>	<b>279</b>	<b>10</b>	<b>4.267</b>	<b>1.106</b>	<b>96</b>	<b>2.388</b>	<b>39</b>	<b>8.611</b>	<b>46,6</b>
Sortenanteil in %	2,2	0,1	1,5	0,1	23,1	6,0	0,5	12,9	0,2		

### Sortenveränderung in Deutschland

2008 ha	438	32	281	13	4.277	1.140	107	1.868	35	8.191	43,8
2009 ha	401	27	279	10	4.267	1.106	96	2.388	39	8.611	46,6
Veränderung in ha	- 38	- 6	- 2	- 3	- 10	- 33	- 11	+ 520	+ 3	+ 421	+ 2,8

### 3.2 Ertragssituation im Jahr 2009

Die Hopfenernte 2009 in Deutschland beträgt 31.343.670 kg (= 626.873 Ztr.) gegenüber 39.676.470 kg (= 793.529 Ztr.) im Jahre 2008. Die Erntemenge liegt damit um 8.332.800 kg (= 166.656 Ztr.) unter dem Vorjahresergebnis; dies bedeutet eine Reduzierung um 21 %.

Mit 1.697 kg Hektarertrag bezogen auf die Gesamtfläche ist die Erntemenge scheinbar unterdurchschnittlich. Tatsächlich konnte aber auf den Ertragsflächen eine leicht überdurchschnittliche Ernte eingefahren werden, wenn man die geschätzten Ernteausfälle durch den Hagelschlag vom 26. Mai von bis zu 5 Mio. kg berücksichtigt. Die Alphagehalte weisen 2009 ebenfalls überdurchschnittliche Werte auf.

Tab. 3.5: Hektarerträge und Relativzahlen in Deutschland

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Ertrag kg/ha bzw. (Ztr./ha)	1.900 kg (38,0 Ztr.)	2.006 kg (40,1 Ztr.)	1.660 kg (33,2 Ztr.)	1.819 kg (36,4 Ztr.)	2.122 kg (42,4 Ztr.)	1.697 kg (33,9 Ztr.) (große Hagel-schäden)
Relativ zu 100% (langj. Ø =35 Ztr.)	108,6	114,6	94,9	103,9	121,3	97,0
Anbaufläche in ha	17.476	17.179	17 170	17.671	18.695	18.473
Gesamternte in kg bzw. Ztr.	33.208.000 kg = 664.160 Ztr.	34.466.770 kg = 689.335 Ztr.	28.508.250 kg = 570.165 Ztr.	32.138.870 kg = 642.777 Ztr.	39.676.470 kg = 793.529 Ztr.	31.343.670 kg = 626.873 Ztr.

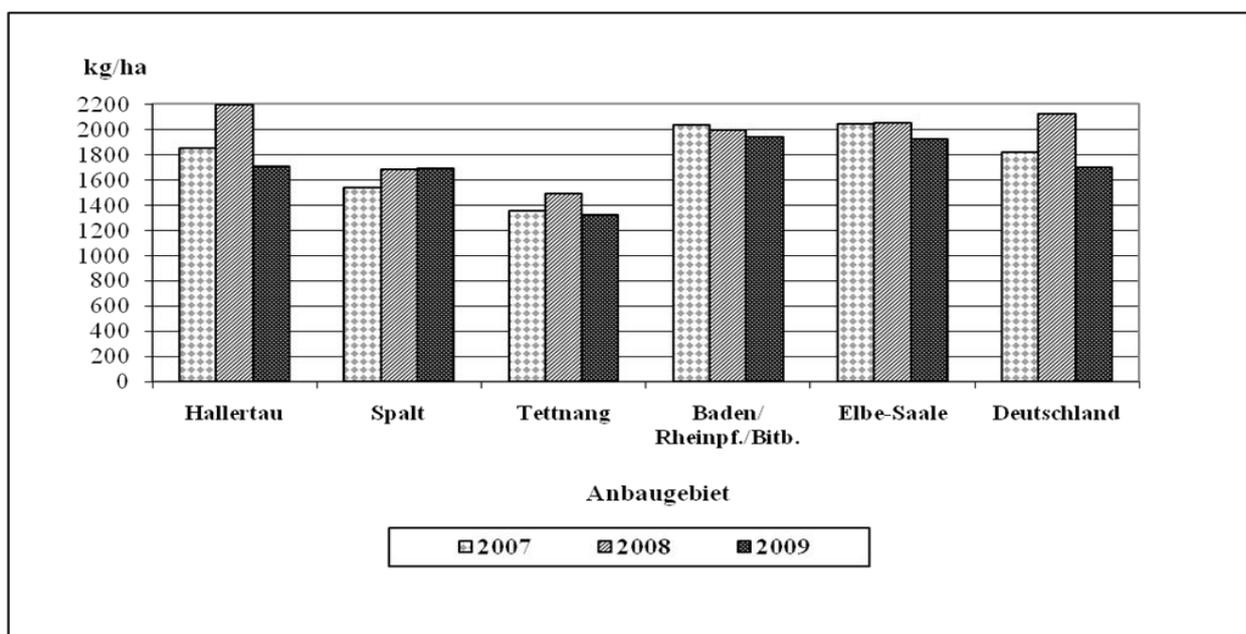


Abb. 3.4: Durchschnittserträge der einzelnen Anbauggebiete in kg/ha

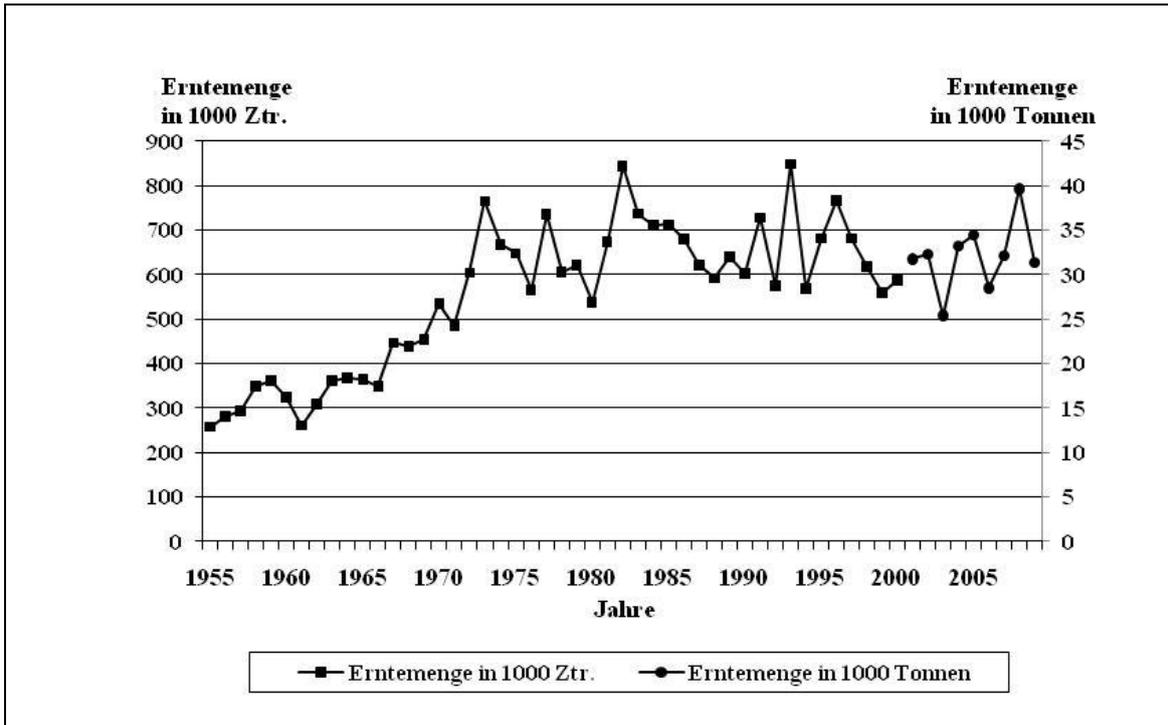


Abb. 3.5: Erntemenge in Deutschland

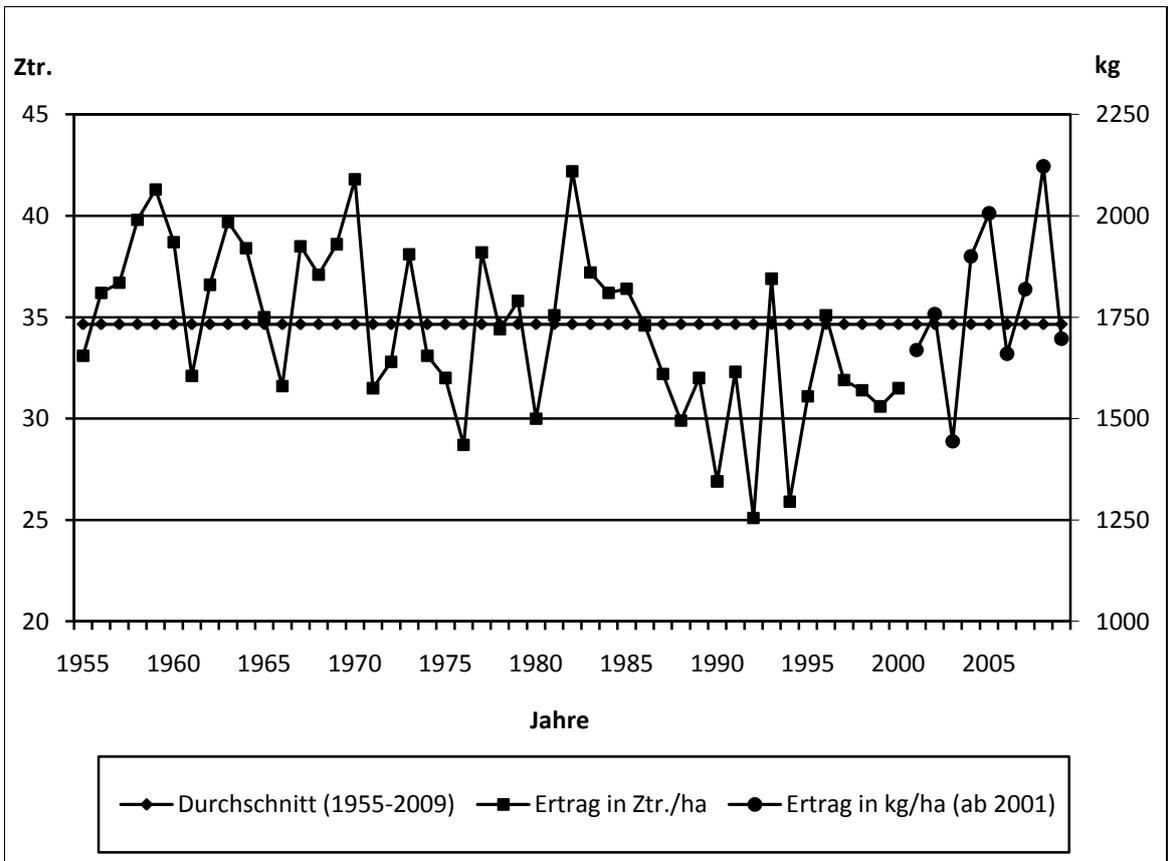


Abb. 3.6: Durchschnittsertrag (Ztr. bzw. kg/ha) in Deutschland

Tab. 3.6: Hektar-Erträge in den deutschen Anbaugebieten

Anbaugebiet	Erträge in kg/ha Gesamtfläche								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Hallertau	1724	1825	1462	1946	2084	1701	1844	2190	1706
Spalt	1298	1464	1131	1400	1518	1300	1532	1680	1691
Hersbruck	1233	1306	983	- *	- *	-*	- *	- *	- *
Tett nang	1212	1360	1216	1525	1405	1187	1353	1489	1320
Baden, Bitburg. u. Rheinpfalz	1445	1763	1936	1889	1881	1818	2029	1988	1937
Elbe-Saale	1594	1576	1555	1895	1867	1754	2043	2046	1920
Ø Ertrag je ha									
Deutschland	1669 kg	1758 kg	1444 kg	1900 kg	2006 kg	1660 kg	1819 kg	2122 kg	1697 kg
Gesamternte									
Deutschland (t bzw. Ztr.)	31 739 t 634 782	32 271 t 645 419	25 356 t 507 124	33 208 t 664 160	34 467 t 689 335	28 508 t 570 165	32 139 t 642 777	39 676 t 793 529	31 344 t 626 873
Anbaufläche									
Deutschland	19 020	18 352	17 563	17 476	17 179	17 170	17 671	18 695	18 473

\* ab dem Jahre 2004 zählt das Anbaugebiet Hersbruck zum Anbaugebiet Hallertau

Tab. 3.7: Alpha-Säurenwerte der einzelnen Hopfensorten

Anbaugebiet/Sorte	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	<b>2009</b>	Ø 5 Jahre	Ø 10 Jahre
Hallertau Hallertauer	4,9	4,6	4,6	3,1	4,3	4,4	2,4	3,9	4,4	<b>4,2</b>	3,9	4,1
Hallertau Hersbrucker	4,9	3,0	3,2	2,1	3,0	3,5	2,2	2,6	2,9	<b>3,4</b>	2,9	3,1
Hallertau Hall. Saphir					3,4	4,1	3,2	4,6	5,1	<b>4,5</b>	4,3	
Hallertau Opal								7,4	9,4	<b>9,0</b>		
Hallertau Smaragd								6,1	6,7	<b>6,4</b>		
Hallertau Perle	8,1	7,0	8,6	3,9	6,4	7,8	6,2	7,9	8,5	<b>9,2</b>	7,9	7,4
Hallertau Spalter Select	6,4	4,8	6,0	3,2	4,9	5,2	4,3	4,7	5,4	<b>5,7</b>	5,1	5,1
Hallertau Hall. Tradition	7,1	6,3	7,2	4,1	6,3	6,3	4,8	6,0	7,5	<b>6,8</b>	6,3	6,2
Hallertau North. Brewer	10,1	9,6	10,1	6,0	9,8	9,8	6,4	9,1	10,5	<b>10,4</b>	9,2	9,2
Hallertau Hall. Magnum	14,4	13,9	14,6	11,7	14,8	13,8	12,8	12,6	15,7	<b>14,6</b>	13,9	13,9
Hallertau Nugget	12,9	11,9	12,4	8,5	10,6	11,3	10,2	10,7	12,0	<b>12,8</b>	11,4	11,3
Hallertau Hall. Taurus	15,6	15,7	16,5	12,3	16,5	16,2	15,1	16,1	17,9	<b>17,1</b>	16,5	15,9
Hallertau Hall. Merkur					13,5	13,3	10,3	13,0	15,0	<b>14,8</b>	13,3	
Hallertau Herkules								16,1	17,3	<b>17,3</b>		
Tett nang Tett nanger	4,9	4,4	4,6	2,6	4,7	4,5	2,2	4,0	4,2	<b>4,2</b>	3,8	4,0
Tett nang Hallertauer	4,8	4,5	4,8	3,1	5,0	4,8	2,6	4,3	4,7	<b>4,5</b>	4,2	4,3
Spalt Spalter	4,0	4,4	4,6	3,1	4,4	4,3	2,8	4,6	4,1	<b>4,4</b>	4,0	4,1
Elbe-S. Hall. Magnum	14,0	13,9	13,9	10,2	14,0	14,4	12,4	13,3	12,2	<b>13,7</b>	13,2	13,2

Quelle: Arbeitsgruppe Hopfenanalyse (AHA)

## 4 Züchtungsforschung Hopfen

RDin Dr. Elisabeth Seigner, Dipl. Biol.

### 4.1 Klassische Züchtung

Ertrag, Resistenz und Brauqualität sind die wichtigsten Zuchtziele, um neue Hopfensorten zu entwickeln, die den Anforderungen der Hopfen- und Brauwirtschaft entsprechen. Mit über 15.000 weiblichen und 4.000 männlichen Zuchtstämmen, 150 Sorten aus dem In- und Ausland sowie Hunderten von vorselektierten Wildhopfen mit weltweitem Ursprung bietet das Hüller Zuchtmaterial das breite genetische Potential für etwa 100 Kreuzungen, die jedes Jahr durchgeführt werden, um im Aroma- wie auch im Hochalpha-Bereich entscheidende züchterische Fortschritte in den neuen Sorten realisieren zu können. Seit Jahren wird die klassische Züchtung durch biotechnologische und genomanalytische Methoden unterstützt.

#### 4.1.1 Kreuzungen 2009

2009 wurden insgesamt 95 Kreuzungen durchgeführt. Basis der Züchtung ist eine stabile Resistenz / Toleranz gegenüber Hopfen-Peronospora, Echtem Mehltau, Stockfäule und Welke. Die Anzahl der Kreuzungen zu den jeweiligen Zuchtzielen ist in Tab. 4.1 zusammengestellt.

Tab. 4.1: Zuchtziele der Kreuzungen 2009

Zuchtrichtung kombiniert mit Resistenz / Toleranz gegen versch. Hopfenkrankheiten	Weitere Anforderungen	Anzahl der Kreuzungen
Aromatyp	außergewöhnliche Aromausprägung	5
	neue Mehltaresistenzen aus Wildhopfen	32
	Blattlausresistenz	1
	hoher Betasäuregehalt	2
	Niedrigergerüsteignung	8
	Eignung zur Entwicklung von molekularen Markern	1
Hoch-Alpha-säuren-Typ	keine	21
	neue Mehltaresistenzen aus Wildhopfen	2
	Blattlausresistenz	1
	hoher Xanthohumolgehalt	3
	hoher Betasäuregehalt	7
	Niedrigergerüsteignung	12

#### 4.1.2 Biogenesestudien – Ernte zum optimalen Zeitpunkt

##### Zielsetzung

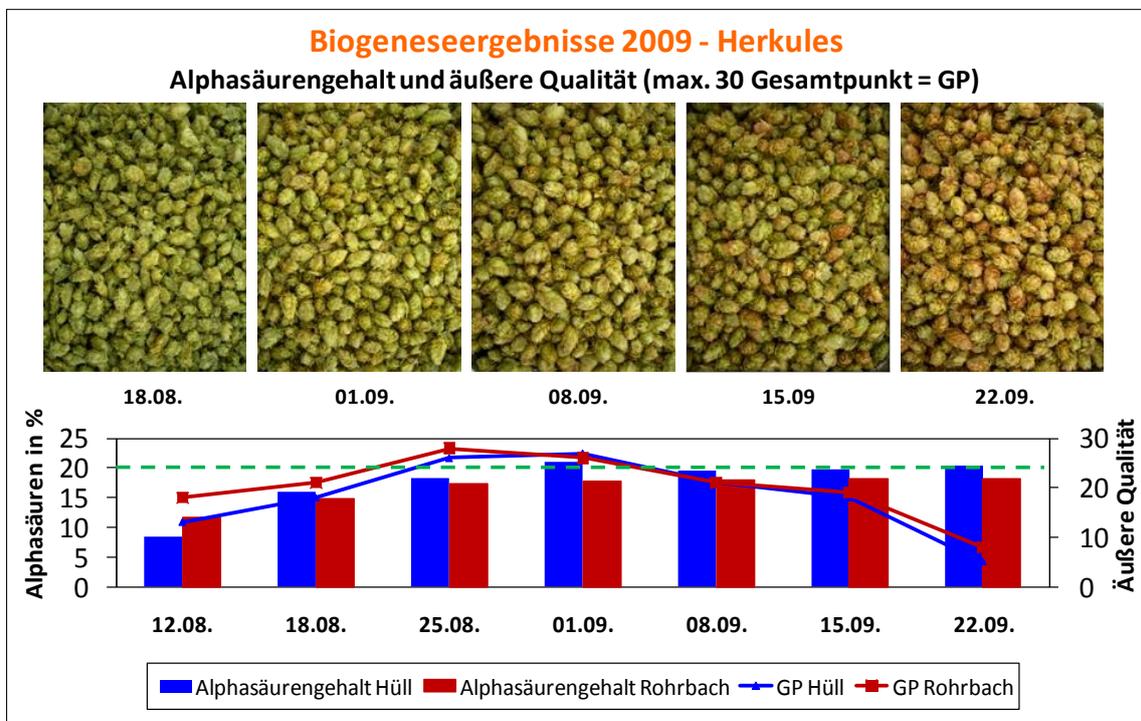
Der richtige Erntetermin, zu dem bestmöglicher Ertrag und Alpha-säuregehalt sowie ausgeprägtes Aroma erreicht sind, ist bei jeder Hopfensorte zu unterschiedlichen Zeiten zwischen Ende August bis Mitte/Ende September.

Witterung, Schnittzeitpunkt des Hopfens im Frühjahr, Standortfaktoren wie Bodenbeschaffenheit, Lage und Exposition beeinflussen darüber hinaus diesen Erntetermin. Da die Erntezeit alle wichtigen Qualitätsparameter wie Ertrag, Alphasäuregehalt, Aroma, äußere Qualität, Wuchskraft und Vitalität der Pflanze im nächsten Jahr entscheidend beeinflusst, ist es immens wichtig, jedes Jahr den optimalen Erntezeitpunkt zu nutzen. Daher werden alljährlich basierend auf den Erkenntnissen der mehrjährigen Erntezeitversuche sog. Biogeneseuntersuchungen durchgeführt, die Aufschluss über die aktuelle Entwicklung der verschiedenen Sorten erlauben. Aufgrund dieser Daten können Ernteempfehlungen über die Hopfenberatung an Pflanzler und Händler gegeben werden.

## Methoden

Einzelreben der wichtigsten Hopfensorten werden an den beiden Standorten Hüll und Rohrbach jede Woche von Mitte August bis Ende September beerntet. Neben der Ertragsermittlung werden die Doldenproben optisch, organoleptisch und chemisch analysiert und die Daten zu Aroma, Inhaltsstoffen, äußerer Qualität bewertet.

## Ergebnisse



Bei der Hüller Hochalphasorte Herkules wurden 2009 die maximalen Alphasäuregehalte von 18-20 % um den 8. September erreicht und diese blieben bis 22.09. stabil. Exaktversuche mit den verschiedenen Hüller Zuchtsorten haben gezeigt, dass die Ertragskurve der Alphasäurenentwicklung mit einer zeitlichen Verzögerung von einigen Tagen folgt. Daher wurde bei Herkules eine Ernteempfehlung ab dem 12.09. ausgesprochen. Zu diesem Zeitpunkt nimmt die äußere Qualität vielfach bereits schon wieder ab. Für den Landwirt ist es somit nur in wenigen Fällen möglich, zu einem bestimmten Erntezeitpunkt alle Parameter im Maximum zu haben. Während bei den Aromasorten die äußere Qualität immer noch ein wichtiges Kriterium ist, kommt es im Hochalphabereich v.a. auf den Hektarertrag, berechnet in kg Alphasäuren pro ha an. Wie hier für Herkules dargestellt, werden diese Beurteilungen jedes Jahr für alle wichtigen Hopfensorten durchgeführt und anhand der gewonnenen Daten Ernteempfehlungen für die Pflanzler bekanntgegeben.

### 4.1.3 Züchtung von Zwerghopfen für den Niedrigerüstanbau

#### Zielsetzung

Geringere Produktionskosten und damit eine verbesserte Wettbewerbsfähigkeit sind mit dem Anbau von Hopfen in Niedrigerüsten zu erwarten. Aktuell fehlen allerdings die für dieses Anbausystem adaptierten Sorten. Ziel eines von der BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) geförderten Forschungsprojektes ist es daher, Hopfen zu züchten, die durch ihren kürzeren Wuchs, breite Krankheitsresistenz und ausgezeichnete Brauqualität besonders geeignet sind, wirtschaftlich erfolgreich auf Niedrigerüstanlagen angebaut zu werden. Des Weiteren könnte dabei die Umweltverträglichkeit des Hopfenanbaus verbessert werden, weil weniger Pflanzenschutz- und Düngemittel benötigt werden und Spritzmittel und Flüssigdünger zudem mit abdriftreduzierten Recycling-Tunnelspritzen ausgebracht werden können. Seit 2007 werden im Rahmen dieses BLE Forschungsvorhabens jedes Jahr gezielte Kreuzungen durchgeführt und nachfolgend versucht, Zuchtstämme zu selektieren, die die oben genannten Merkmale tragen und somit die Wirtschaftlichkeit dieses innovativen Anbausystems ermöglichen.

#### Ergebnisse

##### Sämlinge 2009 aus den Kreuzungen des Jahres 2008

Aus 6 Aroma- und 11 Bittertypkreuzungen des Jahres 2008 konnten etwa 34.700 Sämlinge angezogen werden. Anfang März wurde mit der Vorselektion begonnen.

- **Testung auf Mehлтаuresistenz und Peronosporatoleranz**

32.000 aufgelaufene Sämlinge wurden Anfang März im Gewächshaus in Pflanzschalen mit vier für die Hallertau typischen Mehltaurassen (*Podospheera macularis*) inokuliert. Pflänzchen ohne sichtbaren Mehltaubefall wurden aus den Saatschalen einzeln in Töpfchen gesetzt und weiter im Gewächshaus unter Mehltauinfektionsbedingungen bis Mitte April bonitiert, wobei schließlich 1.190 als mehltairesistent eingestuft wurden. Anschließend erfolgte die Testung auf Toleranz gegenüber Peronospora (*Pseudoperonospora humuli*). Dazu wurden die mehltairesistenten Sämlinge und auch 2.700 Sämlinge, die nicht auf Mehltairesistenz vorselektiert worden waren, mit einer Pilzsporensuspension besprüht und auf Toleranz hin geprüft. Die Widerstandsfähigkeit gegenüber *Verticillium* kann erst sehr viel später unter Feldbedingungen bonitiert werden, weil ein vollständig ausgebildetes Wurzelwerk der Pflanze dazu notwendig ist.

- **Bonituren in der Vegetationshalle: Krankheits- und Schädlingstoleranz, Wuchstyp und Geschlechtsbestimmung**

Mitte Mai wurden schließlich 1.280 auf Krankheitsresistenz bzw. Toleranz vorselektierte Sämlinge in die Vegetationshalle gepflanzt. Bis zum Herbst wurden hier unter natürlichen Bedingungen ihre Wüchsigkeit und Krankheitsresistenz festgestellt. Zugleich konnte an Hand der Blüten, die sich ab Juli bildeten, eine Differenzierung in männliche und weibliche Pflanzen erfolgen. Bei Sämlingen, die bis zum Herbst kein Geschlecht zeigten, wurde dieses mit einem DNA-Marker bestimmt. Pflanzen, die erhebliche Schwächen wie z. B. starken Befall mit Blattlaus, Mehltau, Wurzelfäule aufwiesen oder keinen geeigneten Wuchstyp zeigten, wurden bis zum Herbst gerodet.

- **Auspflanzung der Sämlinge 2009 in die Hochgerüstanlage im Zuchtgarten**

Wegen der feuchten Herbstwitterung erfolgt die Auspflanzung der Sämlinge in die Zuchtgärten in Hüll und Freising erst im Frühjahr 2010.

Während der folgenden dreijährigen Sämlingsprüfung wird sich zeigen, ob geeignete Sämlinge mitselektiert werden können.

- **Sämlinge der Jahrgänge 2006 - 2008 mit dem Potenzial für Kurzwuchs**

Aus insgesamt 40 beernteten Sämlingen wurden 2009 im Rahmen der Sämlingsprüfung im Zuchtgarten in Hüll fünf Sämlinge selektiert, die sich hinsichtlich Ertrag, Alphasäuregehalt und Wuchsverhalten als vielversprechend herauskristallisierten. Diese werden im Frühjahr 2010 nach bestätigter Virusfreiheit vermehrt, damit rasch mit dem Probeanbau in Kleinparzellen unter Niedrigerüstbedingungen begonnen werden kann.

- **Kreuzungen 2009**

Von den 95 Kreuzungen des Jahres 2009 wurden 21 Kreuzungen (8 Aroma- und 13 Bittertypen) mit der Zielsetzung Niedrigerüsteinigung durchgeführt. Bei allen Kreuzungen konnten im Herbst Samen gewonnen werden.

- **Ergebnisse der Zuchtstämme in den Niedrigerüstanlagen der Betriebe Mauermeier und Schrag**

In zwei Niedrigerüstanlagen werden zwischenzeitlich Zuchtstämme aus verschiedenen Züchtungsprogrammen angebaut. Die mehrjährige Testung von Zuchtstämmen mit kürzerem Wuchs in Niedrigerüstanlagen ist zwingend erforderlich, da die Anbauerfahrungen und Analysenergebnisse die Basis für die Planung der Kreuzungen darstellen, die im Rahmen dieses Projektes durchgeführt werden.

### **Niedrigerüstanlage in Pfaffenhofen des Hopfenbaubetriebes Schrag**

Hier werden seit einigen Jahren fünf Zuchtstämme mit kürzerem Wuchs in Reihen (163 Pflanzen/Reihe; 75 cm Pflanzabstand) konventionell bewirtschaftet (Tab. 4.2). Die Aufleitung erfolgt an verzinkten Drähten.

Im Jahr 2008 wurden von den beiden interessantesten Zuchtstämmen jeweils weitere zwei Reihen ausgepflanzt, um die vier Anbausysteme „konventionell“ – „non cultivation“ sowie „Drahtaufleitung“ – „Netzaufleitung“ zu vergleichen. Die Ernte der gesamten Versuchsfläche erfolgte am 14.09.2009, wobei der Vergleich der Anbausysteme erstmalig beerntet wurde. Die Ergebnisse (Tab. 4.3) sind deshalb noch nicht aussagekräftig.

*Tab. 4.2: NG-Pfaffenhofen – Ernteergebnisse der Zuchtstämme im Jahr 2009*

<b>Zuchtstamm</b>	<b>Richtung</b>	<b>Ertrag in kg/ha</b>	<b>α-Säuren in %</b>	<b>β-Säuren in %</b>	<b>Cohumulon in %</b>	<b>Aroma 1-30</b>
2000/102/005	B	1342	16,3	5,5	29,5	22
2000/102/008	B	1840	12,2	6,1	22,9	23
2000/102/019	B	1489	16,7	3,9	25,4	23
2000/102/032	B	1143	14,7	5,4	34,3	23
2000/102/791	B	1654	16,7	5,4	30,4	21

A= Aromatyp; B= Bittertyp; Aromabewertung von max. 30 erreichbaren Punkten bei besonders feinem Aroma. Die Inhaltsstoffe wurden von der Arbeitsgruppe Hopfenqualität und Analytik (IPZ 5d) analysiert. NG =Niedrigerüstanlage

Tab. 4.3: NG-Pfaffenhofen – Ernteergebnisse des Vergleichs der Anbausysteme

Zuchtstamm	Anbausystem	Ertrag in kg/ha	$\alpha$ -Säuren in %	kg $\alpha$ - Säuren/ha	$\beta$ -Säuren in %
2000/102/008	konventionell, Draht	2048	11,2	228	6,1
2000/102/008	konventionell, Netz	2134	10,9	232	5,7
2000/102/008	non cultivation, Draht	1865	11,2	209	5,7
2000/102/791	konventionell, Draht	1703	17,4	296	6,0
2000/102/791	non cultivation, Draht	1727	16,6	286	5,7

Das Auftreten von starker Peronospora-Primärinfektion, wie es in den vergangenen Jahren auf diesem schweren Standort typisch war, konnte im Frühjahr 2009 durch den Einsatz von systemischen Fungiziden verhindert werden. Ansonsten traten keine Probleme mit Krankheiten oder Schädlingen auf.

Bei der Ernte wird nach wie vor die „technisch veraltete“ mobile Pflückmaschine eingesetzt, die für das zwischen 1993 und 2002 laufende FuE-Projekt bereits beschafft worden war. Dabei wird der Hopfen nur unzureichend abgepflückt. Ein Teil des Pflückgutes fällt durch die untere Abdeckung auf den Boden und geht verloren. Die Ernteverluste schwankten je nach Doldenform der Zuchtstämme zwischen 10 und 20 %. Während kugelige Dolden besser von der unteren Abdeckung in das Transportförderband rollen, bleiben zapfenförmige Dolden auf der Abdeckung liegen und fallen teilweise zu Boden.

#### Niedrigerüstanlage in Starzhausen des Hopfenbaubetriebes Mauermeier

In insgesamt 46 Parzellen (Tab. 4.4) mit je 10-12 Pflanzen/Parzelle (75 cm Pflanzabstand; Drahtaufleitung) werden neben den englischen Zwerghopfen und vier Hüller Hochgerüstsorten (Referenz) 39 Zuchtstämme aus verschiedenen Resistenzzüchtungsprogrammen mit kürzerem Wuchs getestet. Davon konnten zehn Zuchtstämme noch nicht beerntet werden, da sie erst im Mai 2009 ausgepflanzt worden sind. Dieser Anlagenteil wird konventionell mit Schneiden und Anackern bewirtschaftet.

Wie in Pfaffenhofen wurden im Jahr 2008 von den beiden interessantesten Zuchtstämmen jeweils weitere zwei Reihen ausgepflanzt, um die verschiedenen Anbausysteme „konventionell“ – „non cultivation“ sowie „Drahtaufleitung“ – „Netzaufleitung“ zu vergleichen. Die einzelnen Kleinparzellen wurden je nach Reifezeit der Zuchtstämme zwischen dem 10. und 21.09. beerntet. Die erstmalige Ernte des Systemvergleichs (Tab. 4.5) erfolgte am 15.09.2009.

Tab. 4.4: NG-Starzhausen – Ernteergebnisse der Zuchtstämme im Jahr 2009

Zuchtstamm/ Sorte	Rich- tung	Ertrag <sup>3</sup> in kg/ha	$\alpha$ -Säuren in %	$\beta$ -Säuren in %	Cohumulon in %	Aroma 1-30
First Gold <sup>1</sup>	A	855	8,1	3,0	28,3	24
Herald <sup>1</sup>	A	779	10,9	3,5	29,5	21
Pioneer <sup>1</sup>	A	1197	10,5	3,2	30,3	21
Perle <sup>2</sup>	A	1144	9,1	4,7	28,4	25
Hall. Magnum <sup>2</sup>	B	894	18,8	6,7	26,2	22
Hall. Taurus <sup>2</sup>	B	1068	18,9	4,9	23,0	20
Herkules <sup>2</sup>	B	2058	16,6	5,6	27,4	22
99/097/702	B	974	6,3	3,3	22,5	22
99/097/706	B	1092	5,8	3,7	33,6	24
99/097/725	B	762	11,8	4,1	31,1	22
2000/102/004	B	791	5,3	2,1	24,0	21

Zuchtstamm/ Sorte	Rich- tung	Ertrag <sup>3</sup> in kg/ha	$\alpha$ -Säuren in %	$\beta$ -Säuren in %	Cohumulon in %	Aroma 1-30	
2000/102/005	B	1211	13,6	5,0	29,0	22	
2000/102/008	B	2205	10,7	5,6	24,6	23	
2000/102/012	B	1179	11,9	4,0	32,8	22	
2000/102/019	B	1460	16,8	3,9	24,0	22	
2000/102/032	B	1389	15,5	5,3	31,9	23	
2000/102/043	B	1227	12,2	3,9	24,9	21	
2000/102/054	B	1522	16,2	4,5	28,8	22	
2000/102/074	B	1234	10,9	3,1	22,5	20	
2000/102/791	B	1951	15,6	5,3	31,2	22	
2001/040/002	A	710	11,4	3,9	24,4	26	
2001/045/702	A	700	7,2	4,8	20,6	24	
2003/039/022	B	1382	10,3	6,3	35,6	20	
2004/098/010	A	1030	9,8	3,6	30,2	24	
2004/107/719	B	1502	12,4	5,2	31,3	22	
2004/107/736	B	704	5,7	2,6	30,0	21	
2005/085/703	B	keine Beerntung wegen extremer Blattverbrennungen					
2005/098/005	B	1548	13,3	4,4	26,8	19	
2005/098/744	B	1136	8,4	2,8	31,9	23	
2005/100/718	B	1087	18,8	5,0	25,0	22	
2005/101/001	B	923	6,6	2,8	36,7	20	
2005/102/009	B	1313	4,2	1,6	38,8	22	
2005/102/028	B	1461	14,1	5,4	34,6	20	
2005/102/710	B	1066	13,9	5,6	30,1	19	
2006/048/720	B	868	11,3	5,0	23,9	19	

A= Aromatyp; B= Bittertyp; <sup>1</sup>= englische Zwerghopfen; <sup>2</sup>= Hüller Hochgerüstsorten; <sup>3</sup>Ertrag von 12 Pflanzen/Parzelle auf 1 ha hochgerechnet. Aroma: Aromabewertung mit max. 30 Punkten bei besonders feinem Aroma. Die Inhaltsstoffe wurden von der Arbeitsgruppe Hopfenqualität und Analytik (IPZ 5d) analysiert. NG =Niedrigerüstanlage

Tab. 4.5: NG-Starzhausen – Ernteergebnisse des Vergleichs der Anbausysteme

Zuchtstamm	Anbausystem	Ertrag in kg/ha	$\alpha$ -Säuren in %	kg $\alpha$ - Säuren/ha	$\beta$ -Säuren in %
2000/102/008	konventionell, Draht	2160	9,7	210	5,4
2000/102/008	konventionell, Netz	2242	10,2	229	5,4
2000/102/008	non cultivation, Draht	2645	10,2	269	5,6
2000/102/791	konventionell, Draht	2423	15,9	385	5,2
2000/102/791	non cultivation, Draht	2044	15,5	316	5,2

Im Gegensatz zum Standort Pfaffenhofen tritt auf dem reinen Sandboden in Starzhausen kaum Peronospora-Primärinfektion auf. Dagegen gab es 2009 auf dieser nach Süden geneigten Fläche bereits ab Ende Mai massive Probleme mit Spinnmilben. Großen Einfluss auf die Befallsstärke hatte dabei das Bestandsalter. Bei der Pflücke mit der fahrbaren Maschine werden im Gegensatz zum Hochgerüst nur die Dolden und ein Teil der Blätter abgeerntet, während die Reben stehen bleiben. Dies bringt einige Vorteile. Die Reben können im Herbst noch weiter assimilieren und Reservestoffe in den Wurzelstock einlagern. Der Düngebedarf im Folgejahr sinkt dadurch deutlich.

Allerdings bieten die über den Winter vertrockneten und im Inneren hohlen Seiten- und Haupttriebe ideale Winterquartiere für Spinnmilben. Das Problem mit diesen Schädlingen verschärft sich mit zunehmendem Bestandsalter der Prüfparzellen, da immer mehr vertrocknetes Material am Aufleitdraht verbleibt.

Bei den erstauflaufenden Parzellen (Abb. 4.1) war der Aufleitdraht noch leer und es gab über die gesamte Saison im Vergleich zu Hochgerüstanlagen keinen erhöhten Spinnmilbendruck. Im Gegensatz dazu hat sich in den „älteren“ Parzellen bereits bis zum 20. Mai ein so starker Befallsdruck aufgebaut, dass sich die Spinnmilbenpopulation trotz sofortiger Behandlung mit Ordoval rasch weiter aufbaute. Insgesamt gab es trotz dreimaliger Spinnmilbenbehandlungen bei einigen anfälligen Zuchtstämmen und Sorten einen so hohen Befall, dass das Erntegut nicht mehr vermarktungsfähig war.

Abhilfe kann nur der Einsatz eines Gerätes zum Entfernen der alten Reben Teile bringen. Dabei wird mit einer rotierenden Walze, die an der Schlepperfront angebaut ist, das Rebenmaterial im Winter, wenn es gefroren ist, abgeschlagen. Dieser zusätzliche Arbeitsgang verursacht zwar Kosten, verringert aber deutlich den notwendigen Einsatz von Akariziden.



*Abb. 4.1: Erstauflaufender, homogener Bestand ohne bodennahe Triebe und ohne Spinnmilbenproblem*

Dies hat zugleich den positiven Nebeneffekt, dass der Neuaustrieb im Folgejahr deutlich besser hochranken kann. In Hochgerüstanlagen wird Schwarzdraht verwendet, der im Laufe der Saison leicht anrostet. Dies erleichtert den Hopfenranken den Halt. In Niedriggerüstanlagen wird ein verzinkter Draht verwendet, damit die Drähte nicht jährlich erneuert werden müssen. Verzinkte Drähte rosten nicht an und gewähren somit etwas geringeren Halt. Bei zu viel altem Rebenmaterial wird das Hochranken (Abb. 4.2) zusätzlich erschwert. Darüber hinaus wachsen Triebe an den alten Seitenarmen nach außen und fallen später nach unten, wenn dieser das Gewicht nicht mehr tragen kann.



*Abb. 4.2: Reste von älteren, aus den Vorjahren stammenden Reben behindern das Hochranken der neuen Triebe. Dies führt letztlich dazu, dass die Reben ständig abrutschen und sich am Boden ein Dickicht von Trieben („Bauchbildung“) bildet, wodurch die Bekämpfung der Roten Spinne gravierend erschwert wird.*

Augenfällig wird dieses Problem auch unmittelbar vor der Ernte. Während der Ausdoldung nimmt das Gewicht der Reben stetig zu. Nur Reben, die komplett hochgewachsen sind und am oberen Spanndraht „überworfen“ haben, besitzen einen sicheren Halt. Die restlichen Reben sinken abhängig von Witterungsverlauf, Masse des alten Rebenmaterials und Windefähigkeit bis zur Ernte mehr oder weniger in sich zusammen.

- **Beurteilung der aktuellen Ergebnisse**

Alle Erfahrungen zum Anbau auf Niedrigerüsten stammen bisher von traditionellen Hochgerüstsarten, den englischen Zwerghopfensorten und von kurzwüchsigeren Zuchtstämmen aus früheren auf Resistenz ausgelegten Züchtungsprogrammen. Sämlinge, die aus speziellen Kreuzungen im Rahmen dieses Projektes entstanden sind, kommen erst 2010 auf Niedrigerüsten zum Anbau.

Im Hochalphanbereich erscheinen momentan die beiden Geschwister 2000/102/008 und 2000/102/791 am interessantesten, die in den beiden oben beschriebenen Versuchsgärten selektiert werden konnten. Der Halbzweig 2000/102/008 ist ertraglich mit über 2 to/ha bei günstigen Wachstumsbedingungen der derzeitige Spitzenreiter. Er besitzt ein gutes Wachstum und bildet eine homogene Rebe mit leichter Kopfbildung aus. Der Doldenansatz ist über die gesamte Rebe sehr homogen. Leider sind die Alphasäuregehalte mit 10-12 % nicht konkurrenzfähig. Im Gegensatz dazu weist der Zuchtstamm 2000/102/791 sehr hohe Alphasäuregehalte auf, die in etwa das Niveau von Hallertauer Taurus und Herkules erreichen. Dieser Zwerg ist aber schwächer wüchsig und weist nur eine mittlere Behangstärke auf. Dadurch ist das Ertragspotential beschränkt. Darüber hinaus ist die Anfälligkeit für Peronospora und Stockfäule hoch. Beide Zuchtstämme sind aber sehr interessante Kreuzungspartner für das momentan laufende FuE-Projekt.

Hinsichtlich des günstigsten Anbausystems sind momentan noch keine Aussagen möglich, da der gesamte Junghopfen 2009 noch geschnitten wurde. Erst ab dem Ackern wurden die Parzellen unterschiedlich bewirtschaftet. Ebenso muss sich zeigen, ob das verwendete Kunststoffnetz mehrjährig verwendbar ist.

Trotz dieser beachtlichen Erfolge fehlt aktuell noch der Zuchtstamm, der alle Kriterien für eine marktgängige Sorte in Kombination aufweist. Alle bislang selektierten Stämme weisen eine relativ hohe Anfälligkeit gegenüber Peronospora und der Roten Spinnmilbe auf, was negativ für die künftige Wirtschaftlichkeit ist. Insbesondere nach 2-3 Anbaujahren führen die alten Rebenreste an den Aufleitdrähten zu Problemen beim Hochwinden der neuen Triebe.

In Niedrigerüsten beginnt der Behang bereits sehr weit unten und es kann deshalb mit Herbiziden nur flach entlaubt werden. Deshalb ist eine ausreichende Belagsbildung bei Pflanzenschutzmaßnahmen auf der Blattunterseite sehr schwierig. Bodenbürtige Infektionen und vom Boden aufsteigende Schädlinge sind somit schwierig zu bekämpfen und erhöhen so den Pflanzenschutzaufwand. Außerdem muss die Pflücktechnik noch entscheidend verbessert werden.

#### **4.1.4 Monitoring auf Hop stunt viroid (HSVd) Infektionen bei Hopfen in Deutschland**

*Hop stunt viroid* (HSVd) ist eine sehr ernst zu nehmende Hopfenkrankheit, die je nach Sorte und Witterungsbedingungen zu massiven Ertragsverlusten und Qualitätsminderungen führt. In den 1940er Jahren wurden in Japan und Korea erstmals japanische Hopfensorten mit gestauchtem Wachstum, eingerollten Blättern, kleinen Dolden und Chlorosen beobachtet. Erst Jahre später wurden diese Symptome mit HSVd-Befall in Zusammenhang gebracht. 2004 wurde zum ersten Mal dieses Viroid in den Hopfengärten der USA gefunden und 2007 auch in China. Hop stunt viroid-infizierte Pflanzen der US-Sorten „Willamette“ und „Glacier“ wiesen Alphasäurenverluste (kg  $\alpha$  pro ha) von 60 bzw. 75 % auf.

Da die typischen Symptome einer HSVd-Infektion oftmals erst 3-5 Jahre nach der Infektion wahrgenommen werden, gelten symptomlose, mit HSVd infizierte Hopfen wegen ihres hoch infektiösen Safts als größte Gefahrenquelle für eine ungehinderte Verbreitung des Viroids. Bei Kulturarbeiten kann das Viroid leicht mechanisch innerhalb eines Bestandes und über verseuchte Maschinen und Geräte auch von Bestand zu Bestand verbreitet werden. Wirkungsvolle Pflanzenschutz- und Desinfektionsmittel fehlen, selbst Hitze kann das Viroid nicht unschädlich machen. Bisher gibt es auch keine effektiven Gewebekulturtechniken, über die - wie es bei Virusinfektionen möglich ist - gesundes Pflanzmaterial erzeugt werden kann.

Mit einem ersten Monitoring auf das HSVd, das 2008 begonnen und 2009 fortgesetzt wurde, auf Anbau- und Versuchsflächen in den deutschen Hopfenanbaugebieten und vor allem auch in den Zuchtgärten des Hopfenforschungszentrums Hüll der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) sollte fürs Erste abgeschätzt werden, ob HSVd bereits in Deutschland angekommen ist. Dieses Wissen ist Grundvoraussetzung für ein erfolgreiches Risikomanagement bei dieser gefährlichen Hopfenkrankheit.

#### **Monitoring auf HSVd mit einer molekularen Technik**

Mit der RT-PCR (Reverse Transkriptase-Polymerase-Ketten-Reaktion) für HSVd unter Verwendung der von Eastwell und Nelson an der Washington State University, Prosser, USA, entwickelten Primer wurde eine zuverlässige molekulare Diagnose-Methode zur Detektion eingesetzt. Diese Technik erfordert technisches Know-How und ist relativ teuer, bietet aber die sichere und schnelle Diagnose in ein bis zwei Tagen.

Die im Jahr 2008 begonnenen Untersuchungen zu HSVd im Pathogenlabor der LfL wurden 2009 mit einem umfangreicheren Monitoring fortgeführt. Dabei wurden nach Möglichkeit junge, frische Blätter von Hopfenpflanzen für die Testung ausgewählt, die ein „verdächtiges“ Erscheinungsbild wie z. B. Chlorosen, Stauchung, eingerollte Blätter oder auffällig kleine Dolden zeigten.

In Tab. 4.6 sind die verschiedenen Herkünfte der 224 gesammelten Hopfenproben zusammengestellt. 64 Proben kamen von den Zuchtgärten in Hüll, Schrittenlohe, Rohrbach und Freising; eingeschlossen wurde auch eine Gewächshausprobe aus Hüll. Damit sollte eine systematische Verbreitung des Viroids, ausgehend von diesen Zuchtgärten des Hopfenforschungszentrums Hüll, in denen fortlaufend neues Zuchtmaterial und Sorten von Züchterkollegen aus aller Welt angebaut werden, hin zum Vermehrungsbetrieb der Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH) und weiter zu den Pflanzern ausgeschlossen werden. So wurden auch 30 Proben von Mutterpflanzen des Vermehrungsbetriebes und 58 Hopfenproben von Praxisbetrieben aus der Hallertau, Elbe-Saale-Gebiet und Tettngang in die Untersuchungen mit einbezogen.

Die Blätter der ausgewählten Hopfen wurden schnellst möglich zum Diagnoselabor nach Freising gebracht oder per Post geschickt und dort sofort bis zur weiteren Untersuchung bei minus 80 °C gelagert. Für die RT-PCR-Analyse wurden aus den gefriergetrockneten Blättern die Nukleinsäuren (Viroid-RNA sowie Hopfen-RNA) extrahiert und nachfolgend für die RT-PCR zum Nachweis des HSVds eingesetzt. Im Anschluss an die RT-PCR-Reaktion wurden die Reaktionsprodukte auf dem Elektrophoresegel aufgetrennt; im Falle eines HSVd-Befalls könnten so die typischen Reaktionsprodukte als Banden auf dem Elektrophoresegel sichtbar gemacht werden (Abb. 4.3).

Tab. 4.6: Untersuchte Hopfenproben und HSVd-Ergebnisse

Herkunft und Art des Probematerials	Anzahl der Hopfenproben	RT-PCR HSVd negativ	nicht auswertbar wg. fehlender interner Kontrollbande
Zuchtgarten Hüll, Rohrbach und Freising: Sorten, weibliche und männliche Zuchtstämme	54	49	5
Zuchtgarten Schrittenlohe: Wildhopfen aus aller Welt	10	9	1
Vermehrungsbetrieb der GfH Hallertau: Mutterpflanzen	30	28	2
Praxisbetrieb Elbe-Saale: Sorten	4	2	2
Praxisbetriebe Hallertau: Sorten	44	39	5
Tettngang Versuchsgut u. Praxisbetriebe: Sorten	10	3	7
Sorten aus dem Ausland	72	72	0
<b>Gesamt</b>	<b>224</b>	<b>202</b>	<b>22</b>

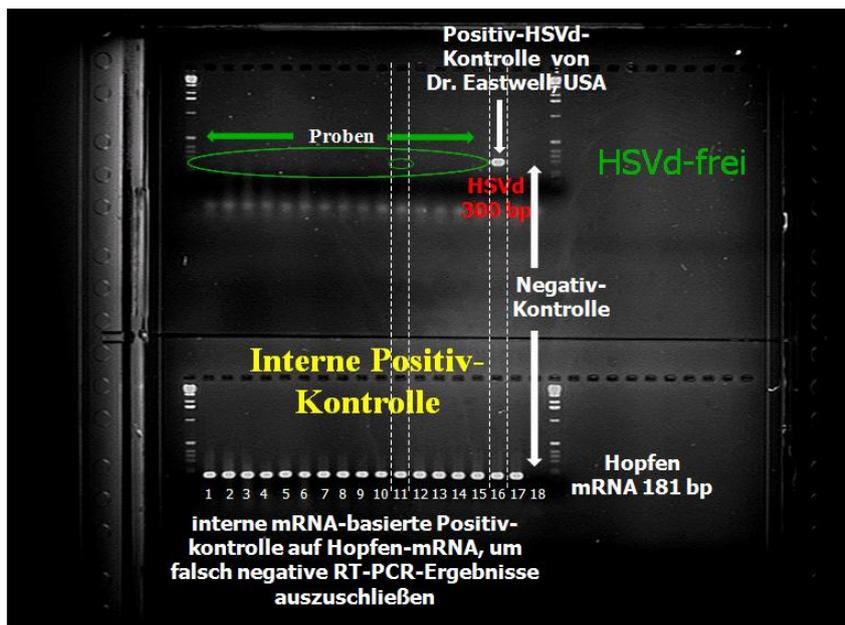


Abb. 4.3: Der HSVd-freie Zustand von 15 Hopfenproben (Nr. 1-15; Ellipse) konnte auf dem Elektrophoresegel durch das Fehlen der typischen HSVd-Bande auf dem Gelbild bestätigt werden. Bei der Positivkontrolle (Nr. 16; HSVd-infiziertes Blattmaterial von Dr. Eastwell) ist auf gleicher Höhe des Gels die spezifische, 300 Basenpaar-große HSVd-Bande zu sehen. Für jede Probe wurde stets eine interne, auf Hopfen-mRNA basierende Kontrolle (Bande mit einer Größe von 181 Basenpaaren (bp) im unteren Teil des Gelbildes) mitgeführt, um sicherzustellen, dass die fehlende HSVd-Bande nicht das Resultat einer nicht funktionierenden RT-PCR ist. Nr. 17 stellt die HSVd-freie Kontrolle (HSVd-freier Hopfen) dar, Nr. 18 die Wasserkontrolle (ohne typische Banden).

Bei 202 der 224 untersuchten Hopfenproben (Tab. 4.6) fehlte die HSVd-Bande mit einer Größe von 300 bp und gleichzeitig war die interne mRNA-Kontrollbande des Hopfens, die eine voll funktionsfähige RT-PCR aufzeigt, auf dem Gelbild zu erkennen. Diese Hopfen konnten daher als eindeutig HSVd-negativ, d.h. befallsfrei, identifiziert werden. Bei 22 Proben konnte keine Aussage bezüglich des HSVd-Befallsstatus getroffen werden, da hierbei die interne hopfenspezifische Kontrolle ausfiel. Als mögliche Ursachen für die nicht funktionierenden RT-PCR-Reaktionen kommen zu alte, polyphenolreiche Blattproben in Frage und/oder lange Transportzeiten, so dass bei ungekühlt versandten Blattproben bereits Abbaureaktionen eine Rolle spielen.

Unseren Vorgaben entsprechend waren von den Praxisbetrieben zum größten Teil auffällige Pflanzen zur Untersuchung auf HSVd eingeschickt worden, die Wuchsstörungen, eingekrallte Blätter oder Virussymptome zeigten, wie sie laut Literatur bei HSVd-Infektionen auftreten können. Ebenso können aber diese Erscheinungen durch andere Faktoren ausgelöst werden. Bei einem Teil der untersuchten Hopfen, die als HSVd-negativ bestätigt worden waren, wurden tatsächlich Infektionen mit Apfelmosaik- und/ oder Hopfenmosaikvirus detektiert, wodurch die beobachteten Symptome erklärt werden können.

### Einschätzung der bisherigen Ergebnisse

Bislang wurde bei 256 Hopfenproben aus den Zuchtgärten des Hopfenforschungszentrums Hüll, dem Vermehrungsbetrieb der Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH) in der Hallertau und verschiedenen Praxisbetrieben aus den Anbaugebieten der Hallertau, Tettmangs und des Elbe-Saale-Gebietes mit der RT-PCR kein Hop stunt viroid gefunden und als HSVd-frei eingestuft.

22 Proben waren nicht auszuwerten. Aufgrund dieser Ergebnisse kann eine bereits massive Durchseuchung mit HSVd in Deutschland ausgeschlossen werden. Andererseits ist klar, dass das stichprobenartige Screening im Rahmen unseres Monitorings Lücken aufweist. Daher sollen auf jeden Fall die Kontrollen auf HSVd im nächsten Jahr fortgeführt werden. Darüber hinaus wird an einer weiteren Verbesserung der Methodik insbesondere für ältere Hopfenproben gearbeitet.

Die Kooperation und der Informationsaustausch mit Dr. Ken Eastwell, Prosser, USA, bei der HSVd-Testung und seine Erfahrungen mit praktikablen Maßnahmen zur Bekämpfung dieser Viroidkrankheit sind für uns auch künftig sehr wichtig.

Ziel dieses Monitorings ist es, die Wahrscheinlichkeit für die Entstehung erster HSVd-Befallsherde zu reduzieren und einer Verschleppung der Krankheit vorzubeugen. Denn hat sich HSVd erst in einem Bestand etabliert, gibt es bislang keine Möglichkeit, die Krankheit im Hopfen selbst zu bekämpfen. Mit Verlusten von bis zu 75 % des Alphasäuren-ertrages wären die wirtschaftlichen Folgen einer HSVd-Infektion für die deutschen Hopfenpflanzer wie auch für die Brauwirtschaft dramatisch.

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.

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.

## **4.2 Biotechnologie**

### **4.2.1 Charakterisierung der Interaktion Hopfen-Hopfenmehltau auf Zellebene und Funktionsanalyse von an der Abwehr beteiligten Genen**

#### **Zielsetzung**

Echter Mehltau an Hopfen (*Podosphaera macularis*) ist seit Jahrzehnten ein Problem im internationalen Hopfenanbau. Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, die Interaktion Hopfen-Hopfenmehltau in verschiedenen Wildhopfen, welche als neue Resistenzträger für die Züchtung dienen sollen, zu charakterisieren. Diese werden zusammen mit der mehltau-resistenten Sorte Wye Target unter dem Mikroskop untersucht. Hierbei wird das Augenmerk auf die zeitliche und räumliche Charakterisierung der Abwehrreaktionen auf Zellebene gelegt. Diese Erforschung von „neuen“ Resistenzträgern und deren Nutzung bei der Züchtung von mehltau-resistenten Hopfen ist von enormer Bedeutung. Ein anderer Teil dieser Arbeit unterstützt die Resistenzzüchtung mit einem molekularbiologischen Ansatz. Über einen sog. transienten Assay erfolgt eine funktionelle Charakterisierung von Genen, die an Abwehrreaktionen gegenüber Hopfenmehltau beteiligt sind. Zu diesem Zweck wurde in EST (*expressed sequence tags*)-Datenbanken nach hopfeneigenen Genen, welche in Zusammenhang mit Mehltauresistenz stehen könnten, gesucht. Ein transienter *Knock Down*-Ansatz bzw. eine Überexpression auf Blattebene soll Aufschluss über die Funktion dieser Gene in der Interaktion Hopfen-Hopfenmehltau geben.

#### **Methoden**

Die mikroskopische Beurteilung des Resistenzverhaltens erfolgte, indem verschiedene Hopfen mit Mehltau inokuliert und die Infektion 24 bzw. 48h nach der Inokulation abgestoppt wurde. Um den Pilz und die Abwehrreaktionen auf Zellebene sichtbar zu machen, wurden verschiedene Färbetechniken etabliert.

Für den transienten Assay wurden verschiedene Hopfen ESTs als Kandidatengene ausgewählt. Diese wurden über eine Literaturrecherche bzw. einen Sequenzvergleich von bereits bekannten, Abwehr assoziierten Genen anderer Pflanzenarten mit EST-Datenbanken identifiziert. Um mehr Informationen über diese Gene zu erlangen, wurde die Expression (Aktivität) der Gene nach Mehltaubefall in anfälligen und resistenten Sorten untersucht. Hierfür wurden *in vitro*-Pflanzen mit Mehltau inokuliert und die RNA zu verschiedenen Zeitpunkten nach der Inokulation isoliert.

## **Ergebnisse**

### **• Mikroskopische Untersuchungen**

Momentan werden verschiedene Wildhopfen aus den USA, Japan, der Türkei und aus Deutschland untersucht. Abb. 4.3 A und B beschreiben das Resistenzverhalten eines Wildhopfens aus den USA. Bei dem resistenten Wildhopfen konnten wie erwartet im Vergleich zu der Kontrolle keine kompatiblen („anfälligen“) Interaktionen zwischen dem Mehltaupilz und der Hopfenzelle beobachtet werden. 24 Stunden nach der Inokulation ist ersichtlich, dass bei dem Wildhopfen die Resistenz hauptsächlich auf einer hypersensitiven Reaktion (Zelltod) der angegriffenen Zellen beruht. In den meisten der hypersensitiv reagierenden Zellen waren Haustorien zu sehen. Ein geringer Teil der Interaktionen wies Zellwandverstärkungen auf. Abb. 4.3 E und F zeigen hier beispielhaft eine angegriffene Zelle eines Wildhopfens, die mit einer hypersensitiven Reaktion und einer Zellwandverstärkung antwortet. Neben dem Resistenzverhalten verschiedener Wildhopfen wurde die Anfälligkeit unterschiedlicher Gewebetypen untersucht. Es stellte sich hierbei heraus, dass bei den bisher untersuchten, phänotypisch resistenten Hopfen die Epidermiszellen zwar resistent sind, die Härchen (Abb. 4.3 D) auf der Blattoberseite aber anfällig sind (Abb. 4.3 C).

### **• Transienter Assay**

Nachdem die verschiedenen Parameter für den transienten Assay im Vorfeld angepasst worden waren, wurde nach Kandidatengenen für die funktionelle Charakterisierung gesucht und eine Liste der in Frage kommenden Gene erstellt. Um genauere Aussagen über die Aktivität dieser Gene nach Mehltaubefall machen zu können, wurde eine semiquantitative PCR etabliert. Abb. 4.4 zeigt hier beispielhaft die Aktivität eines Gens mit hoher Ähnlichkeit zu Resistenzgenen anderer Pflanzenarten. Dieses Gen wird mit einem Maximum zwischen acht und zehn Stunden nach der Inokulation in der resistenten Sorte „angeschaltet“. In der anfälligen Sorte ist das Gen kaum aktiv. Dieses Gen ist damit ein interessanter Kandidat für den transienten Assay.

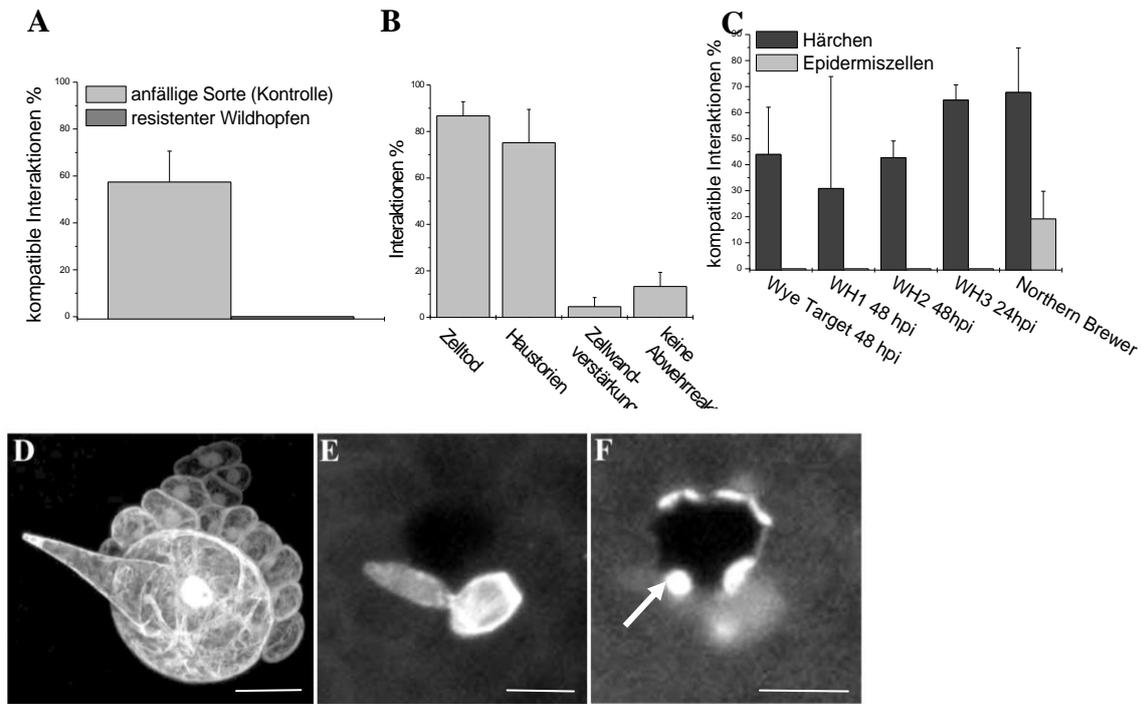


Abb. 4.3: **A**, Prozentsatz der kompatiblen („anfälligen“) Interaktionen bei einem resistenten Wildhopfen und der anfälligen Kontrollsorte. **B**, Abwehrreaktionen des resistenten Wildhopfens (**A**): Es wurden hypersensitiv reagierende Zellen (Zelltod) und Zellwandverstärkungen beobachtet. In den meisten der hypersensitiv reagierenden Zellen war ein Haustorium sichtbar. **C**, Anfälligkeit der Blatthärchen im Vergleich zu den Epidermiszellen in der resistenten Sorte Wye Target, verschiedenen Wildhopfen (WH) sowie der anfälligen Sorte Northern Brewer: In den resistenten Sorten bzw. Wildhopfen sind die Härchen anfällig, die Epidermiszellen nicht. Bei der anfälligen Sorte Northern Brewer sind beide Zelltypen anfällig. Hpi: hours post inoculation (Stunden nach der Inokulation). **D**, Mikroskopische Aufnahme eines Blatthärchens. **E**, Eine ausgekeimte Pilzspore (weiß) auf einem resistenten Wildhopfen. **F**, gleiche Interaktion wie **E**, eine „Färbung“ der Abwehrreaktionen (Kalloseakkumulation in den Zellwänden, weiß) deutet auf eine hypersensitive Reaktion hin, an der Stelle der versuchten Penetration des Pilzes ist auch eine Zellwandverstärkung zu sehen (Pfeil). Maßstab: Der schwarze Balken entspricht 25  $\mu$ m.

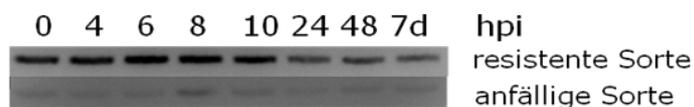


Abb. 4.4: Semiquantitative PCR eines Gens, das Ähnlichkeiten zu Resistenzgenen anderer Pflanzenarten aufweist. In der resistenten Sorte wird das Gen mit einem Maximum zwischen acht und zehn Stunden nach der Inokulation „angeschaltet“. In der anfälligen Sorte ist das Gen kaum aktiv. Als interne Kontrolle diente die Expression von Ubiquitin (nicht dargestellt). Hpi: hours post inoculation (Stunden nach der Inokulation), d: Tage.

## Ausblick

Nachdem sich herausgestellt hat, dass unterschiedliche Resistenzmechanismen gut erfasst werden können, werden die mikroskopischen Studien verschiedener resistenter Wildhopfen und Sorten weiterhin ausgebaut. Hier bieten sich weitere Versuche in Bezug auf die Anfälligkeit verschiedener Entwicklungsstadien und Zelltypen sowie Untersuchungen von Nachkommenschaften bzw. weiteren Genotypen an.

Die vielversprechendsten Kandidatengene für den transienten Assay werden momentan kloniert, sequenziert und anschließend für die Transformation und somit für eine funktionelle Charakterisierung verwendet.

### **4.3 Genomanalyse**

#### **4.3.1 Genotypisierung von *Verticillium*-Pathotypen aus der Hallertau - Erkenntnisse zur Risikoeinschätzung von *Verticillium*-Infektionen**

##### **Zielsetzung**

Die Hopfenwelke, verursacht durch den *Verticillium*-Pilz, führt seit 2005 in bisher vereinzelten Gebieten in der Hallertau zu massiven Ernteausschlägen. Erstmals waren nicht nur hochanfällige Sorten wie Hallertauer Mittelfrüher, sondern auch bislang welketolerante Sorten wie Northern Brewer betroffen. Zur Einschätzung des Gefährdungspotenzials für die Hallertau ist es daher wichtig, das Rassenspektrum von *Verticillium* im Anbaugebiet zu untersuchen. Speziell bei der Hopfenwelke wird bislang differenziert zwischen einer milden und einer letalen Form, die zuletzt in Slowenien (seit 1995) zu massiven Problemen im Hopfenbau führte. Neben den genetischen Analysen, mit deren Hilfe bekannte milde und letale ausländische Referenzen mit den vorherrschenden heimischen Rassen verglichen werden, soll über künstliche *Verticillium*-Infektionstests eine genaue Ermittlung der Virulenz isolierter *Verticillium*-Rassen erreicht werden. Parallel hierzu werden spezielle Feldversuche auf angepachteten, äußerst Welke befallenen Hopfengärten durchgeführt, um der Frage nach ackerbaulichen Ursachen wie zu hohe N-Düngung oder Ausbringen von unzureichend hygienisiertem Rebenhäcksel nachzugehen.

##### **Methode**

Zur Inkulturnahme des *Verticillium*-Pilzes wurden von den gesammelten Hopfenreben unter sterilen Bedingungen ca. 2 cm<sup>2</sup> große Rebenstücke präpariert, in Petrischalen auf Pflaumen-Agar-Festmedien überführt und bei 25 °C im Dunkeln für ca. 2 Wochen inkubiert. Nach der eindeutigen Bestimmung der *Verticillium*-Art wurden aus jeder Petrischale über Verdünnungsreihen Einspormyzelien hergestellt. Nur über diese Einsporisolate ist eine optimale genetische Unterscheidung und Klassifizierung der neu gesammelten *Verticillium*-Proben möglich. Aus den erhaltenen Einspormyzelien wurden mehrere 1 cm<sup>2</sup> große Stücke ausgeschnitten und zur weiteren Vermehrung in Erlenmeyerkolben mit Flüssigmedium gegeben. Nach zwei Wochen konnte dann das ausreichend vermehrte Pilzmyzel mit Hilfe einer Nutsche geerntet werden. Das Pilzmaterial wurde gefriergetrocknet, in einer Kugelmühle vermahlen und nach dem modifizierten Protokoll von Doyle und Doyle (1990) die DNA für spätere PCR-Analysen isoliert.

##### **Ergebnisse**

Zur Risikoabschätzung für das Anbaugebiet Hallertau ist es wichtig, zu klären, inwiefern es sich bei den in der Hallertau vorkommenden *Verticillium*-Rassen um die in der Literatur beschriebenen milden oder letalen Formen handelt. Hierzu wurde mit bereits publizierten spezifischen PCR-Primern und AFLP-Markern der Nachweis geführt, dass es sich bei den bislang untersuchten deutschen *Verticillium*-Isolaten nicht um bekannte letale Rassen aus England oder Slowenien handelt, die in die heimischen Anbaugebiete eingeschleppt wurden (siehe Abb. 4.5).

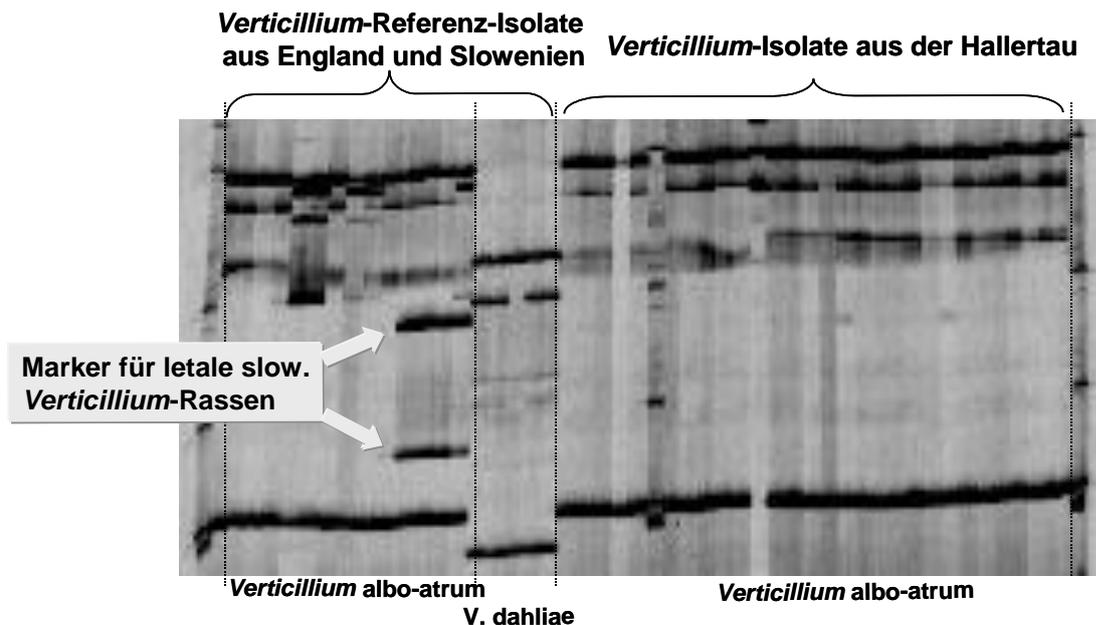


Abb. 4.5: AFLP-Muster verschiedener *Verticillium*-Rassen (Hallertauer Isolate im Vergleich zu Referenzen)

In einer darauffolgend begonnenen Genotypisierung (= Genetische Differenzierung) galt es, zwischen den Hallertauer *Verticillium*-Isolaten genetische Unterschiede zu finden, um anschließend auf diesen Unterschieden aufbauend, deren Virulenz zu testen. Diese Untersuchung zeigte sich bis vor kurzem als sehr schwierig und es konnten nur minimale genetische Unterschiede innerhalb der Hallertauer *Verticillium*-Pilze ermittelt werden, was sich mit dem asexuellen Lebenszyklus des *Verticillium*-Pilzes erklären lässt. Ein Austausch des Erbmaterials über Rekombinationsereignisse findet nicht statt. Neue Rassen entstehen daher primär über Mutationsereignisse im Pilzgenom. Umso gravierender ist ein erst kürzlich erzieltetes Ergebnis zu bewerten, das sich bei den in großem Umfang fortgesetzten AFLP-Analysen zeigte. Mit mittlerweile 10 AFLP-Primerkombinationen weisen 47 *Verticillium*-Einsporisolate spezielle DNA-Fragmente auf, die weder in den übrigen Hallertauer Isolaten, noch in den milden englischen Isolaten vorzufinden sind, sondern ausschließlich in letalen englischen und letalen slowenischen Isolaten vorkommen.

In einem ersten in Slowenien bereits bestens etablierten und routinemäßig für die Züchtungsforschung eingesetzten künstlichen *Verticillium*-Infektionstest konnte die Virulenz der ersten bereits isolierten Hallertauer *Verticillium*-Isolate bestimmt werden. Neben slowenischen Referenzisolaten (mild und letal) wurden hierzu fürs Erste zwei Hallertauer Isolate aus weniger geschädigten Hopfengärten und zwei Isolate aus stark geschädigten Hopfengärten verwendet. In diesem Infektionsversuch wurden diese Isolate und die Referenzen an den Sorten Celeia, Hallertauer Mittelfrüher, Hallertauer Tradition, Northern Brewer und Hallertauer Magnum eingesetzt. Die Sorten wurden mit den Pilzisolaten inokuliert und nach 30, 44 und 58 Tagen der Anteil der befallenen Blattareale (in %) bonitiert. In diesem ersten Infektionstest war auffällig, dass im Durchschnitt sowohl die milderen Hallertauer Isolate als auch die aggressiveren Hallertauer Isolate in ihrem Virulenzverhalten zwischen den milden slowenischen Referenzen und letalen slowenischen Referenzen liegen. Durch eine Wiederholung dieses Testes sollen diese Ergebnisse weiter abgesichert werden.

## **Ausblick**

Neben der momentan durchgeführten Inkulturnahme und Genotypisierung der im Sommer 2009 gesammelten *Verticillium*-Proben wird ein weiterer Schwerpunkt bei der Durchführung weiterer künstlicher *Verticillium*-Infektionstests sein. Nur so lässt sich genau evaluieren, inwieweit das momentan in der Hallertau vorherrschende *Verticillium*-Rassenspektrum die im Anbau stehenden Hopfensorten in der Hallertau gefährdet. Um das momentane Ausmaß der Ausbreitung des *Verticillium*-Befalls zu ermitteln, soll ein Monitoring auf befallenen Hopfengärten durchgeführt werden.

## 5 Hopfenbau, Produktionstechnik

LD Johann Portner, Dipl. Ing. agr.

### 5.1 $N_{min}$ -Untersuchung 2009

Die Stickstoffdüngung nach DSN ( $N_{min}$ ) ist in der Praxis eingeführt und zu einem festen Bestandteil der Düngplanung in den Hopfenbaubetrieben geworden. Im Jahr 2009 wurden in Bayern 3338 Hopfengärten auf den  $N_{min}$ -Gehalt untersucht und eine Düngempfehlung erstellt.

In Tabelle 5.1 ist die Entwicklung der Zahl der Proben zur  $N_{min}$ -Untersuchung zusammengestellt. Der durchschnittliche  $N_{min}$ -Gehalt in den bayerischen Hopfengärten war 2009 mit durchschnittlich 85 kg/ha um ca. 10 kg/ha höher als im Vorjahr und liegt im Vergleich der letzten 10 Jahre im Durchschnitt.

Wie jedes Jahr waren auch heuer wieder größere Schwankungen zwischen den Betrieben und innerhalb der Betriebe zwischen den einzelnen Hopfengärten und Sorten festzustellen. Eine individuelle Untersuchung ist daher zur Bestimmung des Düngoptimums unerlässlich.

Tab. 5.1: Zahl der  $N_{min}$ -Untersuchungen und durchschnittliche  $N_{min}$ -Gehalte sowie Düngempfehlung in Hopfengärten der bayerischen Anbaugebiete

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

In der Tabelle 5.2 ist für die bayerischen Anbauggebiete auf der Basis der Landkreise die Zahl der untersuchten Hopfengärten, der durchschnittliche  $N_{min}$ -Wert, sowie die daraus errechnete durchschnittliche Stickstoffdüngempfehlung zusammengestellt. Festzustellen ist, dass die fränkischen Anbauggebiete um Spalt und Hersbruck höhere  $N_{min}$ -Werte aufwiesen als die Landkreise in der Hallertau. Entsprechend umgekehrt verhalten sich die Stickstoffdüngempfehlungen unter Berücksichtigung des zu erwartenden Ertrages.

Tab. 5.2: Zahl, durchschnittliche  $N_{min}$ -Gehalte und Düngempfehlungen der Hopfengärten nach Landkreisen bzw. Anbaugebieten in Bayern 2009

Landkreis bzw. Anbaugebiet	Probenzahl	$N_{min}$ kg N/ha	Düngempfehlung kg N/ha
Hersbruck	56	114	113
Freising	326	88	145
Pfaffenhofen	1.127	84	150
Eichstätt	241	84	151
Kelheim	1.276	83	150
Landshut	224	78	148
<b>Hallertau</b>	<b>3.250</b>	<b>84</b>	<b>149</b>
Spalt (ohne Kinding)	88	117	113
<b>Bayern</b>	<b>3.338</b>	<b>85</b>	<b>148</b>

In Tabelle 5.3 sind die Werte nach Sorten aufgelistet und nach Höhe der Düngempfehlung sortiert.

Tab. 5.3: Zahl, durchschnittliche  $N_{min}$ -Gehalte und Düngempfehlung bei verschiedenen Hopfensorten in Bayern 2009

Sorte	Probenzahl	$N_{min}$ kg N/ha	Düngempfehlung kg N/ha
Brewers Gold	6	52	175
Herkules	374	79	166
Nugget	53	73	163
Hall. Magnum	667	74	158
Opal	9	69	148
Spalter Select	194	84	148
Hall. Taurus	286	85	148
Saphir	37	88	145
Hersbrucker Spät	161	87	144
Smaragd	7	86	142
Perle	632	88	142
Hall. Tradition	551	98	139
Northern Brewer	53	93	138
Hallertauer Mfr.	255	82	136
Hall. Merkur	10	112	127
Spalter	33	144	97
Sonstige	10	66	147
<b>Bayern</b>	<b>3.338</b>	<b>85</b>	<b>148</b>

## 5.2 Prüfung alternativer Aufleitmaterialien 2009 (Bio Cord - Papierschnur)

### Zielsetzung

Seit vielen Jahren besteht der Wunsch im Hopfenanbau als Aufleitmaterial eine Alternative zum konventionellen Eisendraht zu finden. Verschiedene Gründe würden für die Verwendung eines „nicht-eisenhaltigen“ Materials sprechen.

- schonend für Umwelt und Natur
- keine Hopfenspikes bei der Ausbringung von Rebenhäcksel
- unabhängig von den ständig steigenden Energiekosten bei Stahl
- keine Abrissreste am Stacheldraht, was die Lebensdauer der Stacheldrähte erhöhen kann
- Schonung sämtlicher Schneidewerkzeuge (Abreißgerät, Häcksler etc.)
- leichtes Verknoten beim Anbinden
- kompostierbares Material (geeignet zur Vergärung von Rebenhäcksel in Biogasanlagen)



Abb. 5.1: 300 St. Schnüre gegenüber 500 St. Drähte



Abb. 5.2: Einfacher Knoten

### Versuchsdurchführung

Versuchsstandort: Rohrbach, leichter Boden (IS, AZ 38)

Sorte: Hallertauer Magnum

Material: Papierschnüre der Firma „textilose“ (Frankreich) in 3 verschiedenen Stärken (4 mm, 5 mm und 6 mm) jeweils 100 Aufleitungen je Bifang

Das Aufhängen der Schnüre erfolgte am 2. April mit 2 Arbeitskräften (AK) auf der Kanzel und 1 Schlepperfahrer. Die 3 verschiedenen Papierstärken wurden nebeneinander aufgehängt. Die Befestigung am Stacheldraht erfolgte mit einem normalen einfachen Knoten. In der Vergleichsvariante wurde betriebsüblich ein 1,3 mm starker Eisendraht angebracht. Anschließend wurden Draht und Papierschnüre mittels Treteisen im Bereich des Stockes verankert.

## Beobachtungen und Ergebnisse

### • Aufhängen der Schnüre

#### *Arbeitszeitbedarf*

Der Arbeitszeitbedarf betrug für 200 Schnüre in 2 Reihen 18 Minuten, parallel dazu wurden von den gleichen Personen 200 Drähte in 15 Minuten aufgehängt. Unter Berücksichtigung einer kurzen Einübungszeit muss für das Verknoten der Schnüre gegenüber dem Drahtaufhängen mit einem ca. 20 % höheren Zeitaufwand gerechnet werden.

#### *Weitere Beobachtungen*

Vorteile der Papierschnur:

- + geringeres Gewicht
- + sauberes Material
- + geringeres Augenverletzungsrisiko

Nachteile der Papierschnur:

- der voluminöse Schnurpacken muss zusätzlich an der Kancel befestigt werden, evtl. mit einem Expander, um ein Abrutschen zu verhindern
- das Zusammenziehen des Knotens am Stacheldraht erfordert sehr viel Kraft, insbesondere bei den stärkeren Schnüren mit 5 und 6 mm. Zum Schutz der Hände vor Blasenbildung und Hautverletzungen sind daher Handschuhe unumgänglich.
- frei herum schlingernde Schnüre, die bereits am Stacheldraht angebunden sind, dürfen mit den Schlepperreifen nicht erfasst werden. Sie würden im Gegensatz zum Eisendraht, der durchschlüpft, heruntergezogen werden.

### • Draht einstecken



Abb. 5.3: herabhängende Schnüre



Abb. 5.4: Schnüre wurden einzeln eingesteckt

Das Einstecken der Schnüre erfordert v.a. bei den stärkeren Varianten mit 5 und 6 mm einen höheren Kraftaufwand im Vergleich zum Draht, besonders wenn in den mittleren Bereich des Stockes gestoßen wird. Ein Einstecken von 2 Schnüren mit einem Einstich ist ebenfalls nicht möglich, da beide Schnüre aufgrund ihres Umfangs nicht im Schlitz des Fangeisens Platz finden.

Der zeitliche Abstand sollte zwischen dem Aufhängen und dem Einstecken der Schnüre gering sein, bei starkem Wind besteht die Gefahr dass sich das Material verfängt und nach oben geschleudert wird.

**Arbeitszeitbedarf:**

Im Versuch wurde bei ruhigen Windverhältnissen eine Leistung von 200 Schnüren je Stunde erreicht, was einem Zeitaufwand von 18 bis 20 Stunden je ha entspricht. Obwohl die Papierschnüre einzeln in den Stock getreten wurden, ist die Flächenleistung beim Einstecken des Drahtes nicht höher.

Ein Nachteil der Papierschnur besteht darin, dass die Schnur im Gegensatz zum Draht nicht nachjustiert werden kann, wenn eine eingesteckte Aufleitung sich lockern sollte.

• **Weitere Beobachtungen im Wachstumsverlauf**

Bereits 2 Wochen nach dem Einstecken sind durch die Einwirkung von Mikroorganismen die ersten Schnüre beim Übergang vom Erdbereich abgefault.

*Tab. 5.4: Anzahl verrotteter Papierschnüre am Übergang Boden - Luft*

Schnurstärke	Boniturtermine		
	22.04.	30.04.	08.05.
4 mm	16	31	49
5 mm	14	27	41
6 mm	11	19	26



*Abb. 5.5: Verrottete Papierschnur am Übergang Boden - Luft*

Insgesamt sind bis zum 08.05. von 300 Aufleitungen bereits 116 Schnüre abgerissen bzw. abgefault. Die dadurch möglichen Pendelbewegungen im Wind hatten ein Herunterrutschen der Reben von den Schnüren zur Folge. Daraufhin wurden alle Schnüre nachträglich mit Drahtstecken am Boden befestigt. Diese Methode war jedoch nur eine Notlösung, um einen Totalausfall zu umgehen. Eine wenig praktikable Lösung; denn die Schnüre waren sehr schlecht an den Haken der Erdspieße zu fixieren. Bei stärkeren Windbewegungen haben sich noch weitere Schnüre von den Spießen gelöst.

Durch ständige hin und her Bewegungen der durchhängenden Reben wurden bis zur Ernte mehrere Reben an der Basis aufgescheuert, abgebrochen und sind vertrocknet. Bei einem großen Teil der Aufleitungen (46 Reben) haben sich durch die ständigen Bewegungen die Pflanzen vom Schnurmateriale gelöst und sind zum Teil mehrere Meter heruntergerutscht. Die von der Schnur abgerutschten Reben konnten nur zum Teil ausdolden. Während der Saison war ein regelmäßiges Nachdrehen, Nachbinden und Hochbinden notwendig, um ein Befahren der Reihen für erforderliche Pflanzenschutz- und Pflegearbeiten zu ermöglichen. Aufgrund der abgerutschten und durchhängenden Reben war die maschinelle Ernte mit dem Abreißgerät nicht möglich.



*Abb. 5.6: Abgerutschte Reben vor der Ernte*

Als positiv bewertet wird die sehr gute Reißfestigkeit dieser Papierstränge. Bei keiner der 3 Stärken (4, 5 oder 6 mm) ist eine Rebe aufgrund ihres Gewichts heruntergefallen.

### **Diskussion und Ausblick**

Der Arbeitszeitbedarf beim Befestigen der Schüre am Stacheldraht ist etwas höher als die Anbringung von Eisendraht. Der Zeitaufwand zum Einstecken in den Boden ist vergleichbar. Auch wenn das Handling der Papierschnüre durch die Packengröße erschwert ist, könnte man aufgrund der Vorteile der Papierschnur gegenüber dem Eisendraht über diese Nachteile hinwegsehen.

Nicht tolerierbar dagegen sind die beobachteten Nachteile der Schnur im weiteren Wachstumsverlauf. Das schnelle Verrotten im Übergangsbereich vom Boden zur Luft führte zur erheblichen Mehrarbeit bei der erneuten Fixierung der Schnur. Auch im weiteren Verlauf konnte die Schnur nicht ausreichend fixiert werden, so dass durch die Pendelbewegungen immer wieder Reben abrutschten und zum Schluss die Ernte erschwerten und zu Mindererträgen in Höhe von 9,4 % führten.

Eine Weiterführung dieses Versuches erscheint nur sinnvoll, sofern das Schnurmateriale mindestens 1 bis 1,5 m am unteren Ende mit einer wirksamen Substanz imprägniert wird, die einer Zersetzung in der Übergangszone vom Boden zur Luft über mind. 4 Monate standhält.

### 5.3 Aufleit- und Standraumversuch mit zwei- bzw. drei Reben bei der Hopfensorte Herkules

#### Zielsetzung

Die optimale Anzahl der angeleiteten Reben je Aufleitung und der günstigste Standraum sind sortenabhängig sehr unterschiedlich und individuell zu ermitteln. Mit steigender Anzahl der Reben pro Aufleitung erhöht sich der Arbeitszeitbedarf beim Anleiten und in Verbindung mit einem engeren Abstand in der Reihe eventuell der Krankheitsdruck durch die dichtere Belaubung. Im vorliegenden Versuch wurde dreijährig bei der Hochalphasorte Herkules der Einfluss des Standraums und der Rebenzahl je Aufleitung auf den Ertrag, den Alphasäuregehalt in % und den Alphasäureertrag in kg/ha untersucht.

#### Methode

In einem Praxishopfungarten in Wolnzach wurden zur Untersuchung des unterschiedlichen Standraums bei der Neupflanzung im Jahr 2006 verschiedene Parzellen mit engem bzw. weitem Stockabstand angelegt. Der Reihenabstand betrug 3,2 m. Als Pflanzabstand wurden 1,44 m bzw. 1,62 m gewählt, so dass beim engen Abstand 8 Stöcke und beim weiten Abstand 7 Stöcke zwischen den Säulen gepflanzt wurden. Daraus errechnet sich ein Standraum je Aufleitung von 2,3 m<sup>2</sup> bzw. 2,59 m<sup>2</sup>. Dies entspricht 4348 bzw. 3861 Aufleitungen je ha bepflanzte Fläche. Die Versuchsfläche wurde praxisüblich bewirtschaftet, einschließlich des Anleitens von 3 Trieben je Aufleitdraht. Der Projektbearbeiter korrigierte anschließend die entsprechende Triebzahl in den für 3 Jahre fest eingerichteten Parzellen. Versuchstechnisch wurden 2007-2009 zum jeweils optimalen Erntezeitpunkt 20 Aufleitungen je Parzelle beerntet.

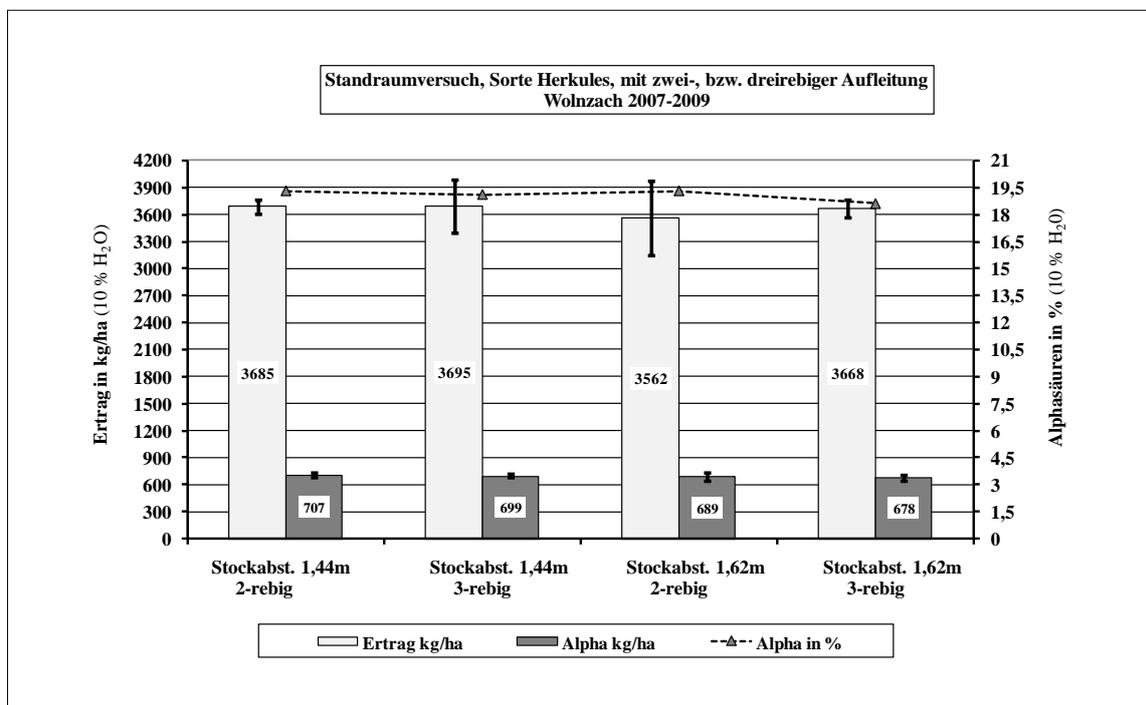


Abb. 5.7: Erträge in kg/ha Trockenhopfen, Alphasäuregehalt in % bzw. Alphaertrag in kg/ha im Durchschnitt der Jahre 2007-2009

## **Ergebnisse**

Die Verrechnung der drei vergleichsweise ertragsstarken Jahre zeigt sowohl beim Trockenhopfenertrag als auch beim Alphaertrag in kg/ha keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten, auch wenn der Alphasäuregehalt in der Parzelle mit weitem Stockabstand und 3-rebiger Aufleitung leicht abfällt. Die Doldenbonituren auf Schaderreger ergaben zwischen dem engen- bzw. weiten Stockabstand in den 3 Jahren ebenfalls keine eindeutigen Unterschiede.

Die Sorte Herkules zeigte sich an diesem Standort sehr anpassungsfähig an den Standraum und die Lichtnutzung, d.h. weniger stark belaubte Reben oder Reben mit mehr Standraum kompensieren über einen besseren Doldenbehang die geringere Anzahl der Reben pro ha.

Aufgrund der Beobachtungen und Versuchsergebnisse wird der Praxis dennoch empfohlen bei der Sorte Herkules 3 Reben pro Aufleitung anzuleiten, um wegen des etwas schlechteren Windevermögens sicherzustellen, dass auch bei niedrigerem Aufwand beim Nachleiten wenigstens 2 Reben die Gerüsthöhe erreichen.

## **5.4 Steigerung der Trocknungsleistung von Hopfen durch ein optimales Schüttgewicht**

### **Zielsetzung**

Hopfendolden werden im grünen Zustand mit ca. 80 % Wassergehalt geerntet und müssen innerhalb weniger Stunden auf ca. 8-10 % Wasser heruntergetrocknet werden. Dies geschieht überwiegend in sogenannten Hordendarren, in denen der Hopfen in 3-4 übereinanderliegenden Horden von auf 65 °C erhitzter Luft durchströmt wird. Wenn die unterste Lage in der „Auszugshorde“ fertig getrocknet und entleert ist, wird der Hopfen in den darüber liegenden Horden nach unten gekippt und die oberste Lage (Aufschütthorde) neu befüllt.

Die Trocknungsleistung von Hordendarren ist abhängig von der Sorte, der Darrfläche, der Trocknungstemperatur, der Aufschütthöhe, dem Wassergehalt bzw. Reifezustand und der Geschwindigkeit der durchströmenden Trocknungsluft. Um eine Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Sorten und Betrieben herzustellen, ist es notwendig die Trocknungsleistung auf eine einheitliche Größe zu reduzieren. Als Maß dafür eignet sich die Trocknungsleistung in kg Trockenhopfen / m<sup>2</sup> Darrfläche und Stunde Trocknungszeit.

Im Jahresbericht 2008 wurde bereits der Einfluss der richtigen Luftgeschwindigkeit in m/s auf die Trocknungsleistung aufgezeigt. In der Praxis werden die besten Trocknungsleistungen in kg/m<sup>2</sup> und Stunde Trocknungszeit bei den Darren festgestellt, bei denen die Luftgeschwindigkeit zum Zeitpunkt der höchsten Wasserabgabe des Grünhopfens in der Aufschütthorde auf 0,4 m/s erhöht werden kann. Folglich kann bei Darren mit begrenzter Luftleistung nur durch Verringerung der Schütthöhe die Trocknungsleistung gesteigert werden. Dazu muss die Schütthöhe soweit reduziert werden, bis bei voller Gebläseleistung nach dem Befüllen der Aufschütthorde in kürzester Zeit eine Luftgeschwindigkeit von mindestens 0,3 m/s erreicht wird.

Da der Feuchtegehalt des Grünhopfens je nach Witterung stark schwanken kann, wurde im Versuch zur Ermittlung der optimalen Trocknungsleistung anstelle der Schütthöhe das Schüttgewicht herangezogen.

## Methode

Die Aufschütthorde einer Praxisdarre mit einer Darrfläche von  $16 \text{ m}^2$  wird mit Kästen befüllt, in denen der Grünhopfen aus der Pflückmaschine aufgefangen wird. Dabei entspricht der Inhalt einer Kastenfüllung betriebsüblich der Befüllmenge der Aufschütthorde, d.h. die Befüllung der Darre erfolgte bisher nach Schütthöhe (30 cm). Zur Feststellung des Schüttgewichts wurden am Fahrgestell der Kästen an den Ecken Wiegestäbe angebracht. Über eine Digitalanzeige konnte das aktuelle Gewicht während der Befüllung abgelesen werden. Im Verlauf des Versuchs wurde bei den verschiedenen Sorten das Schüttgewicht der einzelnen Darrfüllungen so eingestellt, dass nach jedem Entleeren gekippt und die Aufschütthorde sofort wieder befüllt werden konnte. Darrspezifisch waren eine Gebläseleistung von  $600 \text{ W/m}^2$  und eine Trocknungstemperatur von  $65^\circ\text{C}$  vorgegeben.

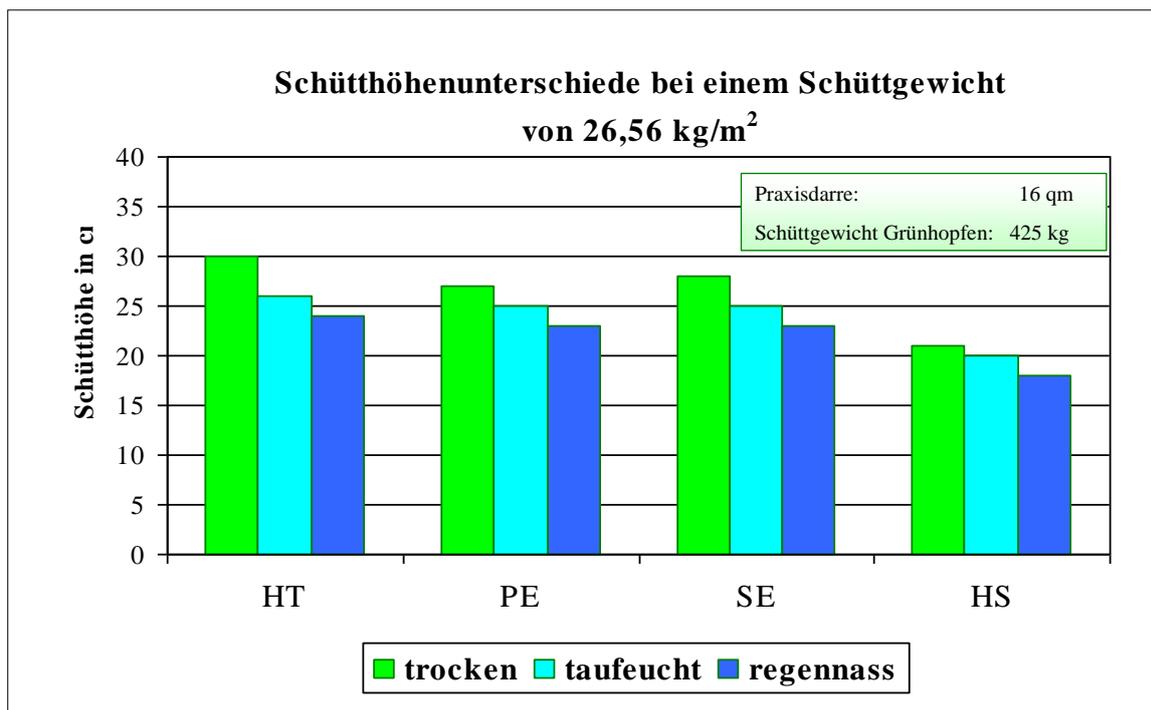


Abb. 5.8: Unterschiede in der Aufschütthöhe in Abhängigkeit von Sorte und Feuchtegehalt des Ernteguts

## Ergebnisse

Nach Einstellung eines einheitlichen Befüll- und Entleerrhythmus durch die Anpassung des Schüttgewichts konnte die Trocknungsleistung im Praxisbetrieb erheblich gesteigert werden. Die höchste Trocknungsleistung wurde in dieser Darre unabhängig von der Sorte bei einem Gewicht von  $425 \text{ kg}$  in der Aufschütthorde erreicht. Durch die Reduzierung der Grünhopfenmenge gegenüber früher war es möglich, dass beinahe stündlich der Hopfen im Schubler entleert und die Aufschütthorde neu befüllt werden konnte. Bei Einhaltung des Rhythmus wurde der Trocknungsprozess nicht unterbrochen und es war ein maximaler Wasserentzug gewährleistet. Bei der gegebenen Dimensionierung der Darre konnte damit die Trocknungsleistung von betriebsüblich  $5,4 \text{ kg}$  auf  $6,9 \text{ kg/m}^2$  und Stunde im Durchschnitt der Sorten erhöht werden. Das entspricht einer Leistungssteigerung von  $27\%$ . Interessant für die Praxis ist der Zusammenhang von Schüttgewicht und Schütthöhe (Abb. 5.8). In Abhängigkeit von Sorte und Witterung ergaben sich bei gleichem Schüttgewicht große Unterschiede in der Schütthöhe. Folglich kann bei Darren, die in der Luftleistung begrenzt sind, vor allem über das Schüttgewicht eine Optimierung der Trocknungsleistung erreicht und die äußere Qualität am besten erhalten werden.

Die wichtigste Erkenntnis dabei ist, dass optimale Trocknungsleistungen nur über einen gleichmäßigen Befüll- und Entleerrhythmus zu erzielen sind und für jede Darre das optimale Schüttgewicht herausgefunden werden muss.

## 5.5 Versuch zur Hopfenpflege nach dem Hagelsturm vom 26.05.2009

### Ausgangssituation

Am 26.05.2009 wurde die südliche Hallertau durch eine Gewitterfront namens „Felix“ schwer geschädigt. Hagel in Verbindung mit starken Sturmböen vernichteten 1200 ha Hopfen total und schädigte rund 2800 ha schwer. In den Randzonen des ca. 15 km breiten Hagelstreifens stiegen die Kopfabschläge schnell auf 100 % an. Dort blieben aber einige Seitentriebe und Blätter an den Reben. Je weiter man sich dem Zentrum näherte, desto stärker waren die Hopfen beschädigt. Zum Teil waren die Reben vollständig zerfetzt und nur noch die bereits verholzten Triebreite im Bereich des Aufleitdrahtes zu finden.

Der Hopfen war zu diesem Zeitpunkt sortenabhängig zwischen 4 und 6 m hoch. Die verletzten und zerstörten Reben bluteten stark und reagierten mit einem mehrwöchigen Wachstumsstillstand. Je nach Zerstörungsgrad der Rebe trieb der Hopfen aus dem unverletzten Teilbereich wieder aus. Bei Blatt- und Seitentriebverlusten erfolgte der Wiederaustrieb aus den Blattachseln der weitgehend erhaltenen Rebe. Bei totaler Rebenzerstörung trieb der Hopfen unterhalb der Erdoberfläche aus ruhenden Knospen der bereits angeleiteten Rebe wieder aus.

Erfahrungen zu Totalverlusten von Hopfenreben durch Hagel zu diesem frühen Vegetationszeitpunkt lagen bisher nicht vor. Da hinsichtlich der Pflege des Hopfens viele neue Fragen auftraten, wurde ein Aufleitversuch angelegt, der v.a. arbeitswirtschaftliche Aspekte beinhaltete.



Abb. 5.9: total zerstörte Hopfenreben

## Versuchsanstellung

An drei Standorten mit den Sorten Perle, Hallertauer Magnum und Herkules, die vom Hagel weitgehend zerstört wurden, wurde ein gleichartiger Versuch mit unterschiedlichen Intensitäten beim Ausputzen und Anleiten durchgeführt. Am 17.06. (22 Tage nach dem Hagelschlag) war der Austrieb bei allen Sorten noch relativ schlecht. Viele Stöcke konnten selbst nach diesem langen Zeitraum noch nicht neu angeleitet werden. Dies ist auf die extrem nasse und kalte Witterung in diesem Zeitraum zurückzuführen. Die Sorte Perle zeigte noch das beste Wachstum. Auffällig war hier, dass der Bifang nur mit wenig Erde bedeckt war bzw. hoch geschnitten wurde und die Triebe dadurch leichter austreiben konnten. Der Hallertauer Magnum blutete am stärksten und zeigte auch den schlechtesten Austrieb. Teilweise waren keine Triebe zu sehen und beim Aufgraben keine Augenansätze mehr zu finden, was auch schließlich später zu einem Totalausfall mehrerer Hopfenstöcke führte. Durch das erste Auflaufjahr des Herkules war der Stock noch tief im Boden und hoch mit Erde bedeckt. Auch die Bodenoberfläche war sehr stark verschlammte bzw. verkrustet und der Hopfen konnte nur durch Risse im Boden die Bodenoberfläche erreichen.

Um den Wiederaustrieb des Hopfens zu fördern, wurde in der Hälfte der Versuchspartellen die vom Hagel zerstörten Hopfenreben über dem Boden mit einem Teppichmesser abgeschnitten. Sinn der Maßnahme sollte sein, der Pflanze die apikale Dominanz zu nehmen, damit ein unerwünschter Austrieb aus den Seitenknospen der weitgehend zerstörten Rebe unterbleibt und die Pflanze vom Boden neu austreibt. Die Versuchspartellen, in denen die Reben abgeschnitten wurden, sind mit „AS“ gekennzeichnet. „N“ bedeutet, dass die alten Reben mit dem Stock verbunden blieben, also nicht abgeschnitten wurden. Das Andrehen wurde in verschiedene Arbeitsintensitätsstufen eingeteilt.

Die Variante „Anleiten 1“ (AL 1) war am aufwändigsten. Hier wurden zuerst alle alten Triebe vom Aufleitdraht entfernt, um die neuen Triebe exakt an den Draht drehen zu können. Die Stöcke trieben sehr unterschiedlich aus. Zudem mussten die Seitentriebe der alten Strünke sehr vorsichtig angedreht werden, damit sie an der Ansatzstelle nicht abbrachen. Wie in der Praxis üblich wurden jeweils 3 Triebe je Draht angeleitet. Die Triebe waren allerdings sehr dünnwüchsig (wie ein Faden) und ließen sich nur schlecht am Draht fixieren.

Bei den Versuchsgliedern mit der Bezeichnung „Anleiten 2“ (AL 2) wurden lediglich noch Triebe angeleitet, wenn ein Aufleitdraht nicht bewachsen war. Die überschüssigen Triebe wurden nur leicht umgedrückt. In der Variante 3 mit der Bezeichnung (N) blieb der Hopfen sich selbst überlassen (Selbstanleitung). Die Sorte Perle, die ein stärkeres Wachstum zeigte, konnte am 25.06. (nach 30 Tagen) und die Sorten Hallertauer Magnum und Herkules am 29.06. angedreht werden.

## Ergebnisse

### • Abschneiden der zerstörten Hopfenreben

Durch das Anhaften von Bodenteilchen an den Trieben wurden die Teppichmesser bereits nach nur ca. 20 Stöcken stumpf. Die Triebe mussten teilweise erst vom Draht weggehalten werden um nicht in den Draht zu schneiden. Der Zeitaufwand mit 12 h/ha und der Verschleiß an den Messern waren enorm.

Die Stöcke mit den abgeschnittenen Reben haben nach 10 Tagen noch sehr stark geblutet. Bei den nicht abgeschnittenen Partellen sind die Reben wegen den starken Verletzungen auch ganz abgestorben, so dass fast kein Unterschied zwischen den abgeschnittenen und den nicht abgeschnittenen Partellen zu erkennen war.

- **Anleiten**

Der unterschiedliche Arbeitszeitbedarf der Versuchsvarianten ist aus nachfolgender Tabelle ersichtlich. Der Gesamtarbeitszeit bedarf setzt sich aus Abschneiden, Anleiten und Nachleiten zusammen:

Tab. 5.5: Arbeitszeitbedarf der verschiedenen Varianten und Sorten in Stunden/ha

Variante	Ab-schneiden	PE		HM		HS		Ø aller Sorten
		An-leiten	Nach-leiten	An-leiten	Nach-leiten	An-leiten	Nach-leiten	
AS AL 1	12	105	21	80	16	65	16	<b>113</b>
AS AL 2	12	30	20	24	19	16	19	<b>55</b>
AS N	12	0	0	0	0	0	0	<b>12</b>
N AL 1	0	105	21	80	16	65	16	<b>101</b>
N AL 2	0	30	20	24	19	16	19	<b>43</b>
NN	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>

- **Wuchshöhe**

Um festzustellen, welche Pflegemaßnahmen nach dem Hagelschlag zum optimalen Wachstum führen, wurde die Wuchshöhe der verschiedenen Parzellen gemessen. Zum 30.07. hatten einige Pflanzen die Gerüsthöhe erreicht, allerdings waren alle Bestände sehr inhomogen. Auch bei den mit viel Arbeitsaufwand neu angeleiteten Parzellen waren die Unterschiede zwischen den Hopfenstöcke extrem. Die Verunkrautung war auch bis zu diesem Zeitpunkt wegen der wechselhaften Witterung nicht in den Griff zu bekommen.

Tab. 5.6: Wuchshöhe (m) der verschiedenen Varianten und Sorten am 30 Juli 2009

Variante	PE	HM	HS	Ø aller Sorten
AS AL 1	2,40	1,90	2,90	<b>2,40</b>
AS AL 2	2,50	2,20	3,50	<b>2,70</b>
AS N	3,50	2,30	2,40	<b>2,70</b>
N AL 1	3,40	2,70	2,90	<b>3,00</b>
N AL 2	2,70	2,50	3,60	<b>2,90</b>
NN	2,60	2,60	3,40	<b>2,80</b>

Am 23.09. wurden die Versuchspartellen nochmals bonitiert. Zusätzlich zur Wuchshöhe wurden auch die Triebe am Aufleitdraht gezählt.

Tab. 5.7: Triebzahl und Wuchshöhe (m) der verschiedenen Varianten und Sorten am 23. September 2009

Variante	PE		HM		HS		Ø aller Sorten	
	Triebe	Wuchs-höhe	Triebe	Wuchs-höhe	Triebe	Wuchs-höhe	Triebe	Wuchs-höhe
AS AL 1	2,8	3,30	1,6	2,10	1,60	3,90	<b>2,0</b>	<b>3,10</b>
AS AL 2	2,8	3,30	2,0	2,20	1,50	4,20	<b>2,1</b>	<b>3,20</b>
AS N	4,3	4,20	2,0	2,40	1,40	4,20	<b>2,6</b>	<b>3,60</b>
N AL 1	3,1	4,50	2,2	2,90	1,60	3,60	<b>2,3</b>	<b>3,70</b>
N AL 2	2,8	3,40	2,5	2,60	1,60	4,80	<b>2,3</b>	<b>3,60</b>
NN	4,1	3,50	2,7	2,40	1,40	4,30	<b>2,7</b>	<b>3,40</b>

## **Diskussion**

- **Abschneiden**

Die Kräftigung des Neuaustriebs durch das Abschneiden der Restpflanzen ist nicht eingetreten. Vergleicht man die durchschnittlichen Wuchshöhen Ende Juli (Tabelle 2), erkennt man, dass die Parzellen mit den abgeschnittenen Reben eine geringere Wuchshöhe erreicht haben. Durch das Abschneiden ist noch mehr Pflanzensaft ausgetreten und hat den Wurzelstock nochmals geschwächt. Auch beim zweiten Boniturtermin (Tabelle 3) war dies noch zu erkennen.

Zusätzlich wurde festgestellt, dass die Anzahl der angeleiteten Triebe bei den AS-Parzellen geringer ist. In diesen Parzellen fehlten die Seitentriebe von den Restreben, die meist ein besseres Wachstum als der Neuaustrieb aus dem Boden zeigten.

- **Anleiten**

Betrachtet man nur die N-Varianten (nicht abgeschnittene Reben), haben die N-AL 1 Versuchsglieder die höchste Wuchshöhe erreicht, gefolgt von N-AL 2 und den N-N Parzellen. Stellt man die Wuchshöhe den geleisteten Arbeitsstunden gegenüber (N-AL 1 = 101 h/ha, N-AL 2 = 43 h/ha und N-N = 0 h/ha), wird deutlich, dass sich der hohe Arbeitsaufwand kaum positiv auf die Entwicklung der Pflanzen nach dem Hagelschaden ausgewirkt hat. Ein Mindestmaß an Pflege war allerdings nötig, weil dadurch vor allem auch schwache Hopfenstöcke erhalten werden konnten und damit die Anzahl der Fehlstellen im nächsten Jahr geringer sein wird.

Die mittlere Intensität AL 2 stellt somit einen Kompromiss hinsichtlich des Pflegeaufwands dar. Wichtig ist, dass die Resttriebe nach dem Hagelschlag nicht abgeschnitten werden. Den nachwachsenden Trieben sollten nur eine kleine Hilfestellung durch ein kurzes Anleiten bzw. Hindrücken an den Draht gegeben werden.

- **Sonstiges**

Der Neuaustrieb der hagelgeschädigten Hopfen aus den Achseln der Seitentriebe und vom Boden überraschte durch ein hohes Maß an Befall mit *Peronospora*-Primärinfektion (Bubiköpfe). Ungenügende Bekämpfung führte zu einer raschen Ausbreitung der Krankheit in Form von Sekundärinfektionen auf den Blättern.

Dazu kommt, dass aufgrund der feucht-kühlen Witterung und des hohen Lichteinfalls sich das Unkraut auf dem Bifang und in den Fahrgassen prächtig entwickeln konnte. Durch das feuchte Klima um den Hopfenstock wurde die Entwicklung des Pilzes weiter begünstigt und die Bekämpfung erschwert. Als Folge davon konnte ab Anfang Juli ein starker Zoosporangienflug in der *Peronosporasporen*falle in Hirnkirchen beobachtet werden, der bis Anfang August auf hohem Niveau verblieb. Erst als im Hagelgebiet flächendeckend die Unkrautbekämpfung auf dem Bifang durchgeführt und *Peronospora* intensiver bekämpft wurde, entspannte sich die Situation.

Ab Mitte August war im Hagelgebiet auf den im Wachstum befindlichen Hopfenpflanzen ein verstärkter Befall mit Echtem Mehltau zu beobachten. Dass sich die Befallshäufigkeit und -stärke von den nicht hagelgeschädigten Hopfengärten in der Hallertau deutlich unterschied, ist vermutlich auf das junge, im Wachstum befindliche Gewebe zurückzuführen, das im Vergleich zu den normal entwickelten Hopfen eine geringere Altersresistenz aufwies.

## **5.6 LfL-Projekte im Rahmen der Produktions- und Qualitätsinitiative**

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

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

#### **600 Alphagehaltsbestimmungen erntefrischer Hopfenproben**

Aus den täglichen Ergebnissen erntefrischer Alphagehaltsbestimmungen können Rückschlüsse auf die Erntereife des Hopfens bei den jeweiligen Sorten gezogen und Beratungshinweise zum optimalen Erntezeitpunkt gegeben werden.

#### **Ergebnisse der Neutralen Qualitätsfeststellung (NQF)**

Die im Rahmen der Neutralen Qualitätsfeststellung erhobenen Qualitätsdaten liefern wertvolle Aussagen über die Hopfenqualität des jeweiligen Jahrgangs und geben Hinweise auf produktionstechnische Fehler oder eine falsche Behandlung des geernteten Hopfens. So wurde 2009 ein hoher Anteil angegangener Dolden festgestellt. Das Problem wurde sofort von der Hopfenberatung der LfL aufgegriffen und deren Ursachen nachgegangen. In gemeinsamen Versammlungen mit dem Verbundpartner Hopfenring konnte den Pflanzern die Problematik aufgezeigt und Abhilfemaßnahmen vorgestellt werden.

Außerdem können mit der Bonitur auf Krankheiten und Schädlinge und die Einstufung in Befallsklassen Sortenunterschiede in den Resistenzen abgelesen, regionale Befallsunterschiede aufgezeigt und die Wirksamkeit der eingesetzten Pflanzenschutzmittel beurteilt werden.

### **5.6.2 Jährliche Erhebung und Untersuchung des Schädlingsbefalls in repräsentativen Hopfengärten in Bayern**

Zur Einschätzung des Blattlaus-, Spinnmilben- und Virusbefalls für die Festlegung von Beratungsaussagen und Bekämpfungsstrategien sind exakte Bonituren bzw. Untersuchungen hinsichtlich des Befalls notwendig.

#### **Blattlaus- und Spinnmilbenbonitur:**

Die Ergebnisse sind in 6.1 eingearbeitet!

#### **Virusbefall:**

Von 35 Praxishopfengärten, von denen Blattproben mittels ELISA-Test auf Virusbefall untersucht wurden, waren 5 frei von Virose. Die restlichen Hopfengärten zeigten in 28 Gärten entweder Befall mit Hopfenmosaikvirus (HMV) oder in 15 Fällen Apfelmosaikvirus (ApMV) bzw. in 12 Gärten Befall mit beiden Virusarten.

In einer weiteren Untersuchungsreihe der LfL wurden aus 19 Hopfengärten, die virusverdächtige Symptome aufwiesen, Hopfenblätter beprobt und das Ergebnis der Virusuntersuchung mit den Schadbildern verglichen, in der Hoffnung, vom Schadsymptom auf die Virusart schließen zu können.

Von den insgesamt 19 beprobten Hopfengärten war lediglich 1 Bestand frei von Virose. In 10 Gärten konnte HMV, in 15 Fällen ApMV und in 7 Gärten sogar beide Virusarten nachgewiesen werden. Differenziert nach Sorten ergab sich folgendes Bild.

Bei der Sorte Spalter Select wurde von 10 Proben bei 9 das ApMV nachgewiesen, bei keiner Probe konnte dagegen das HMV festgestellt werden. Bei der Sorte Perle und Hallertauer Tradition wurde laut Untersuchung teilweise ApMV, HMV oder beides nachgewiesen.

Bei allen Sorten konnte jedoch vom äußeren Schadbild der Blätter nicht auf den Grad der Verseuchung mit diesen Virusarten geschlossen werden. Optisch fand man mosaikartige Aufhellungen an den Blättern oder ring- und bänderförmige Blattaufhellungen bei jeder Virusart. Bei einzelnen Pflanzen mit extremem Kümmerwuchs mit optisch als stark eingestuftem Schadbild wurde wiederum keine Virusart gefunden. Andererseits waren einzelne Pflanzen dabei, die äußerlich nicht verdächtig schienen und als sehr stark befallen mit ApMV, HMV oder mit beiden gleichzeitig eingestuft wurden.

Bei der Sorte Hallertauer Magnum war bei befallenen Pflanzen eine geringere Seitenarmbildung sowie ein gestauchter Wuchs zu beobachten, wobei die Blätter bei dieser Sorte als weniger virustypisch erschienen.

Bei den übrigen Sorten war neben Kümmerwuchs und verringerter Seitenarmbildung auch ein starkes Einrollen der Blätter typisch. Auffallend war, dass sich bei der Sorte Select auch bei extremen sichtbaren und auch nachgewiesenem Virusbefall nach einigen Wochen unter günstigen Witterungsvoraussetzungen die Mehrzahl der betroffenen Pflanzen gut ausgewachsen hat, im Gegensatz zu den Sorten Hallertauer Tradition und Perle, bei denen stark befallene Pflanzen meist vor sich hin kümmernten und im Wuchs gestaucht blieben.

### **5.6.3 Betreuung von Adcon-Wetterstationen für die Peronospora-Prognose im Hopfenbau**

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

Als Ergebnis aus 2009 kann festgestellt werden, dass die Zahl der Behandlungen nach dem bisherigen Warndienstmodell deutlich geringer war, als die Bekämpfung nach dem Adcon-Modell, wobei hier möglicherweise die vorläufige Bekämpfungsschwelle zu niedrig angesetzt ist und einer Überprüfung bedarf. Bonituren hinsichtlich des Blatt- und Dolbenbefalls ergaben keine Unterschiede zwischen den Bekämpfungsstrategien.

## **5.7 Beratungs- und Schulungstätigkeit**

Neben der angewandten Forschung im Bereich der Produktionstechnik des Hopfenbaues hat die Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik (IPZ 5a) die Aufgabe, die Versuchsergebnisse für die Praxis aufzubereiten und den Hopfenbauern direkt durch Spezialberatungen, Unterricht, Schulungen, Seminare, Vorträge, Printmedien und über das Internet zur Verfügung zu stellen.

Die Organisation und Durchführung des Peronosporawarndienstes und die Aktualisierung der Warndiensthinweise gehören ebenso zu den Aufgaben wie die Zusammenarbeit mit den Hopfenorganisationen oder die Schulung und fachliche Betreuung des Verbundpartners Hopfenring.

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

### **5.7.1 Informationen in schriftlicher Form**

- Das „Grüne Heft“ Hopfen 2009 – Anbau, Sorten, Düngung, Pflanzenschutz, Ernte wurde gemeinsam mit der Arbeitsgruppe Pflanzenschutz in Abstimmung mit den Beratungsstellen der Bundesländer Baden-Württemberg, Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt aktualisiert und in einer Auflage von 2500 Stück von der LfL an die ÄELF und Forschungseinrichtungen und vom Hopfenring Hallertau an die Hopfenpflanzer verteilt.
- Über das Ringfax des Hopfenringes (2009: 53 Faxe à 1002 Teilnehmer) wurden in 38 Faxen aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstaufrufe an die Hopfenpflanzer verschickt.
- Für das Wetterfax des DWD wurden ebenfalls in unregelmäßigen Abständen aktuelle Informationen zur Verfügung gestellt.
- Im Rahmen der  $N_{\min}$ -Bodenuntersuchung wurden 3338 Ergebnisse auf Plausibilität kontrolliert und zum Versand an die Hopfenpflanzer freigegeben.
- In 2 ER-Rundschreiben des Hopfenrings, in 7 Monatsausgaben der Hopfen Rundschau und in der Hopfenrundschau International wurden Beratungshinweise und Fachbeiträge für die Hopfenpflanzer veröffentlicht.
- Mit dem Erfassungs- und Auswertungsprogramm HSK wurden für die Ernte 2009 von 153 Hopfenpflanzern auf 598 Schlägen Schlagkarteiauswertungen durchgeführt und in schriftlicher Form an die Landwirte zurückgegeben.

### **5.7.2 Internet und Intranet**

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

### **5.7.3 Telefonberatung Ansagedienste**

- Der Peronospora-Warndienst wurde in der Zeit vom 12.05.-28.08.2009 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 75 Mal aktualisiert.
- 12 Hopfenbauhinweise mit aktuellen Hinweisen zum Krankheits- und Schädlingsbefall sowie Düngungs- und Bodenbearbeitungsmaßnahmen konnten über den Anrufbeantworter in Wolnzach (Tel. 08442/957-401) abgehört werden.
- Zu Spezialfragen des Hopfenbaus erteilten die Fachberater der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik in ca. 3.000 Fällen telefonische Auskunft oder führten Beratungen in Einzelgesprächen oder vor Ort durch.

#### **5.7.4 Vorträge, Tagungen, Führungen, Schulungen und Versammlungen**

- 7 Schulungen für die Ringbetreuer des Verbundpartners Hopfenring
- wöchentlicher Erfahrungsaustausch während der Vegetationszeit mit den Ringfachberatern
- 9 Hopfenbauversammlungen in Zusammenarbeit mit den ÄELF
- 44 Fachvorträge
- Geräte- und Posterausstellung am Tag der offenen Tür im Haus des Hopfens in Wolnzach und bei der Agritechnica (Poster)
- 25 Versuchsführungen für die Hopfenpflanzer und die Hopfenwirtschaft
- 6 Tagungen bzw. Workshops oder Seminare
- 5 Fachveranstaltungen mit Informationsaustausch für BayWa Mitarbeiter

#### **5.7.5 Aus- und Fortbildung**

- 2 Themenstellungen und Prüfung von einem Arbeitsprojekt im Rahmen der Meisterprüfung
- 18 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 in 2 Landkreisen
- Durchführung eines BiLa-Seminars „Hopfenbau“ an 4 Abenden

## 6 Pflanzenschutz im Hopfen

LLD Bernhard Engelhard, Dipl. Ing. agr.

### 6.1 Schädlinge und Krankheiten des Hopfens

#### 6.1.1 Blattlaus

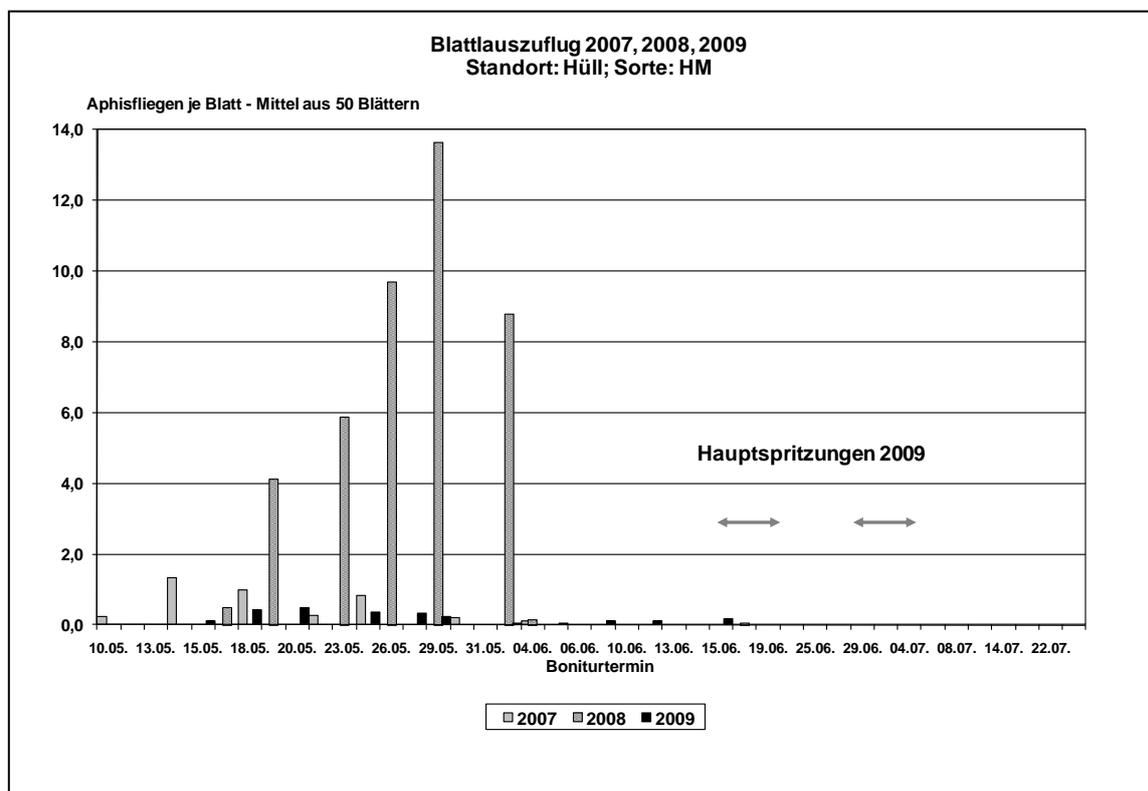


Abb. 6.1: Blattlauszuflug

Der Zuflug begann Mitte Mai und blieb während des gesamten Verlaufs auf einem sehr niedrigen Niveau. Ein vom Hopfenring e.V. im Auftrag der LfL durchgeführtes Blattlausmonitoring zeigte, dass die Population sich bis 10. Juni nur langsam vermehrte. Mitte Juni war dann an ersten Standorten die Bekämpfungsschwelle erreicht.

Tab. 6.1: Blattlausmonitoring 2009 über 30 Standorte

Datum	Blattläuse pro Blatt			Bemerkungen
	Ø	min	max	
18.05.	0,83	0,0	2,78	
25.05.	3,47	0,4	10,00	
02.06.	4,59	0,1	17,00	ohne Hagelstandorte
08.06.	14,00	0,9	47,00	
15.06.	34,10	0,6	205,00	
22.06.	93,60	0,0	415,00	erste Spritzungen
29.06.	140,10	0,0	905,00	
06.07.	2,20	0,0	32,70	nach Hauptspritzungen

Die Erhebungen zeigen, wie wichtig die Kontrolle in den einzelnen Hopfengärten ist.

Zum Zeitpunkt der Hauptspritzungen herrschten sehr gute Bedingungen für einen guten Bekämpfungserfolg: mittlere bis hohe Temperaturen, weiche Blätter nach vorherigem Regen und Windstille. Erstmals wurde Teppeki als Hauptprodukt eingesetzt. Ein Versuch mit Additiven ergab keine zusätzliche Wirkungsverbesserung.

### 6.1.2 Gemeine Spinnmilbe

Das Monitoring wurde in den 30 Hopfengärten der Hallertau auch zur Beobachtung der Gemeinen Spinnmilbe durchgeführt. Im Durchschnitt wurden als höchster Besatz am 6. Juli nur 1,8 Spinnmilben pro Blatt gezählt; die Einzelwerte schwankten von 0,0 (auch ohne Behandlung) bis 38,7 Spinnmilben. Auch diese Werte zeigen die Notwendigkeit der Kontrolle in jedem Hopfengarten.

### 6.1.3 Peronospora

Der Peronospora-Warndienst kann nur genutzt werden, wenn die Primärinfektionen wirksam bekämpft sind. 2009 musste in den Warndiensthinweisen bis Anfang Juli auf notwendige Bekämpfungsmaßnahmen hingewiesen werden. Witterungsbedingt waren 2009 auch in toleranten Sorten sechs Spritzungen gegen die Peronospora notwendig.

Tab. 6.1: Jahrgangseinfluss auf Termine und Anzahl der Spritzaufrufe der Sortengruppen

Datum	2009			2008			2007		
	tolerante	anfällige	späte	tolerante	anfällige	späte	tolerante	anfällige	späte
20.05.	x	x							
08./09.06		x						x	
18.06.				x	x				
26.06.					x				
29.06.	x	x							
05./06.07	x	x					x	x	
10.07.					x				
17.07.								x	
21.07.	x	x							
24.07.				x	x				
28.07.		x							
30./31.07					x		x	x	
05.08.	x	x		x	x				
12.-14.08	x	x			x		x	x	
21./22.08				x			x	x	
25.08.			x			x			
Summe	6 x	8 x	+ 1 x	4 x	7 x	+ 1 x	4 x	6 x	

## 6.2 Entwicklung von Richtlinien für die Bonitur getrockneter Hopfendolden auf Befall mit den wichtigsten Krankheiten und Schädlingen des Hopfens

Bei Versuchsernten im Hopfen werden häufig die Effekte verschiedener Befallsgrade von Krankheiten oder Schädlingen auf Ertrag und Qualität des geernteten Hopfens untersucht, die sich aus unterschiedlichen Behandlungsmaßnahmen ergeben haben.

Zu diesem Zweck werden neben der Ertragsermittlung und der Bestimmung von Alpha-Säuren oder ggf. anderer Inhaltsstoffe in der Regel alle beernteten Varianten auch einer Doldenbonitur unterzogen, bei der die Befallsgrade der getrockneten Dolden aller Varianten genau ermittelt werden (Abb. 6.1).

Doldenbonitur 2009												
Landwirt: NN						Standort: NN						
Schlag: Berghopfen						Sorte: HM						
Erntedatum: 09.09.2009						Bonitur auf: Blattlaus						
Code	Versuchs- glied	Wieder- holung	Dolden gesamt	gesunde Dolden	Anzahl kranker Dolden			kranke Dolder gesamt	gewogenes Mittel **)	Gewicht [g]	Volumen [ml]	
					schwach	mittel	stark		[%] *)			
LAN09/HW01	P0	A	500	9	145	172	174	491	98,2	3,022	110,67	3000
LAN09/HW02	P0	B	500	13	97	173	217	487	97,4	3,188	98,95	2600
LAN09/HW03	P0	C	500	2	118	185	195	498	99,6	3,146	107,87	2700
LAN09/HW04	P0	D	500	9	113	173	205	491	98,2	3,148	123,49	3500
	<b>P0</b>	<b>MW</b>							<b>98,35</b>	<b>3,126</b>	<b>110,25</b>	<b>2950</b>
	<b>P0</b>	<b>sd</b>							<b>0,79</b>	<b>0,062</b>	<b>8,787</b>	<b>350,0</b>
	<b>P0</b>	<b>V [%]</b>							<b>0,8</b>	<b>2,0</b>	<b>8,0</b>	<b>11,9</b>
LAN09/HW05	P1	A	500	205	232	53	10	295	59,0	1,736	137,38	4100
LAN09/HW06	P1	B	500	132	287	75	5	367	73,4	1,902	144,79	4500
LAN09/HW07	P1	C	500	158	295	45	2	342	68,4	1,782	114,25	3600
LAN09/HW08	P1	D	500	180	264	45	11	320	64,0	1,774	126,51	3600
	<b>P1</b>	<b>MW</b>							<b>66,20</b>	<b>1,799</b>	<b>130,73</b>	<b>3950</b>
	<b>P1</b>	<b>sd</b>							<b>5,32</b>	<b>0,062</b>	<b>11,525</b>	<b>377,5</b>
	<b>P1</b>	<b>V [%]</b>							<b>8,0</b>	<b>3,5</b>	<b>8,8</b>	<b>9,6</b>
LAN09/HW09	P2	A	500	435	64	1	0	65	13,0	1,132	106,99	3200
LAN09/HW10	P2	B	500	428	66	6	0	72	14,4	1,156	117,32	3600
LAN09/HW11	P2	C	500	417	70	10	3	83	16,6	1,198	120,34	3700
LAN09/HW12	P2	D	500	416	71	12	1	84	16,8	1,196	111,15	3400
	<b>P2</b>	<b>MW</b>							<b>15,20</b>	<b>1,171</b>	<b>113,95</b>	<b>3475</b>
	<b>P2</b>	<b>sd</b>							<b>1,58</b>	<b>0,028</b>	<b>5,207</b>	<b>192,0</b>
	<b>P2</b>	<b>V [%]</b>							<b>10,4</b>	<b>2,4</b>	<b>4,6</b>	<b>5,5</b>

\*) Kranke Dolden : Dolden gesamt x 100  
 \*\*) (gesunde Dolden + schwacher Befall x 2 + mittlerer Befall x 3 + starker Befall x 4) : Dolden gesamt

Abb. 6.2: Beispiel für die Auswertung einer Doldenbonitur aus der Versuchsernte 2009 im Rahmen des DBU-Blattlausprojektes (DBU = Deutsche Bundesstiftung Umwelt), bei der drei Parzellen mit unterschiedlicher Blattlausbekämpfung verglichen wurden (P0: unbehandelte Kontrolle, P1: eine Blattlausbehandlung, P2: zwei Blattlausbehandlungen).

Die Einstufung des jeweiligen Befalls individueller Hopfendolden in vier verschiedene Klassen – kein, schwacher, mittlerer und starker Befall - erfolgt dabei in Hüll durch ein routiniertes Team hervorragend eingearbeiteter Mitarbeiter. Bisher existierten jedoch noch keine schriftlich festgelegten Richtlinien, die vier dieser Befallsklassen für die wichtigsten und somit häufig zu bewertenden Krankheiten und Schädlinge definieren. Um dieses Manko zu beseitigen, wurden während der Versuchsernte 2009 die vier Befallsklassen für Peronospora, Echten Mehltau, Hopfenblattlaus und Gemeine Spinnmilbe exakt auch in Worten festgelegt. Diese Definitionen der Befallsklassen sollen zukünftig als Richtlinien für die Doldenbonitur von Trockenhopfen dienen.

### **6.2.1 Peronospora oder Falscher Mehltau *Pseudoperonospora humuli* (Miyabe & Takahashi) Wilson**

Von Peronospora befallene Hopfendolden sind typischerweise von einer bräunlichen Verfärbung charakterisiert, die immer vom Ansatz der Doldenblätter her entlang der Blattadern Richtung Blattspitze verläuft. Damit unterscheidet sich Peronospora-Befall eindeutig von anderen Braunverfärbungen der Doldenblätter an deren distalem Ende, die beispielsweise von Windschlag oder tierischen Schädlingen verursacht werden können. Die durch Peronosporabefall verursachte Verfärbung der Doldenblätter geht zudem meist relativ schnell in ein sattes, kakaofarbenes Braun über, das ebenfalls charakteristisch ist. Bei Befall mit Botrytis ist der Branton dagegen generell heller.

#### Befallsklassen:

- kein Befall: keinerlei Befall durch Verfärbung erkennbar  
geringer Befall: weniger als 5 % der Gesamtfläche aller Doldenblätter verfärbt  
mittlerer Befall: 5 % bis maximal 20 % der Gesamtfläche aller Doldenblätter verfärbt  
starker Befall: mehr als 20 % der Gesamtfläche aller Doldenblätter verfärbt

### **6.2.2 Echter Mehltau *Podosphaera macularis* (Wallroth) U. Braun & Takamatsu**

Bei der Doldenbonitur auf Echten Mehltau muss grundsätzlich zwischen zwei phänotypisch völlig unterschiedlichen Formen des Befalls differenziert werden: Beim normalen Verlauf des Befalls (Typischer Mehltau) werden die Dolden bereits während der Ausbildung stark durch den Pilz beeinträchtigt. Die Doldenblätter verfärben sich bräunlich und verküppeln und die Dolden entwickeln sich bei starkem Befall zu verkümmerten Missgebilden, eher in der Form von kleinen Würstchen.

Völlig anders zeigt sich ein atypischer Spätbefall der bereits ausgebildeten Dolden (Später Mehltau), der wesentlich schwieriger anzusprechen ist. Äußerlich präsentieren sich die Dolden je nach Befallsintensität lediglich zunehmend ausgebleichen verfärbt. Der eigentliche Befall mit Myzelfäden auf den Doldenblättern zeigt sich meist erst beim vorsichtigen Aufblättern der Dolde.

Die Befallsklassen sind bei beiden Formen des Befalls anhand des prozentualen Anteils an Doldenblättern mit Myzel gleich einzustufen.

#### Befallsklassen:

- kein Befall: kein Myzel auf Doldenblättern  
geringer Befall: <5 % der Doldenblätter verfärbt und mit Myzelfäden  
mittlerer Befall: 5 bis 20 % der Doldenblätter verfärbt und mit Myzelfäden  
starker Befall: >20 % der Doldenblätter verfärbt und mit Myzelfäden

### **6.2.3 Hopfenblattlaus *Phorodon humuli* (Schrank)**

Der Doldenbefall durch Blattläuse wird hauptsächlich über die Anwesenheit von abgestreiften, weißlichen Larvenhäuten oder von vertrockneten Blattläusen auf der Dolde bonitiert, wobei die Blattlauskadaver meist mit einem auffälligen Belag von Rußtaupilzartigen der Ordnung Capnodiales auftreten. Bei der Bonitur muss die Dolde 'aufgeblättert' werden, da die Blattlausreste meist unter den Doldenblättern versteckt anzutreffen sind. Direkt erkennbare Saugschäden durch Blattläuse an der Dolde, die zu einer bräunlichen Verfärbung der Doldenblätter führen, treten erst bei starkem Befall auf.

#### Befallsklassen:

- kein Befall: keine Larvenhäute oder vertrocknete Blattläuse auf der Dolde
- geringer Befall: Anwesenheit von maximal sieben Larvenhäuten oder vertrockneten Blattläusen auf der Dolde
- mittlerer Befall: Anwesenheit von acht bis maximal 25 Larvenhäuten oder vertrockneten Blattläusen auf der Dolde
- starker Befall: Anwesenheit von >25 Larvenhäuten oder vertrockneten Blattläusen auf der Dolde, bis hin zum erkennbaren Saugschaden durch bräunliche Verfärbung und Doldenblättern, die mit Honigtau verklebt sind.

#### **6.2.4 Gemeine Spinnmilbe *Tetranychus urticae* Koch**

Von Spinnmilben befallene Hopfendolden werden durch eine graduelle fahle Verfärbung der Doldenblätter kenntlich. Diese Verfärbung beruht auf der Saugtätigkeit der Spinnmilben, die mit ihren Mundwerkzeugen die Zellen anstechen, um den chloroplastenreichen Zellinhalt aufzuschlüpfen. Der zunehmende Verlust an grünen Chloroplasten führt bei leichtem Befall zunächst zu der angesprochenen fahlen, ins Gräuliche gehenden Verfärbung. Bei stärkerem Befall beginnen die Doldenblätter langsam zu vertrocknen, da der Wasserverlust über die angestochenen Zellen die Wasseraufnahme des Blattes übertrifft, und die fahle Verfärbung des Blattes wandelt sich in ein kupferfarbenes Braun, den sogenannten 'Kupferbrand'.

Da die Spinnmilben auch mikroklimatisch sehr von hohen Temperaturen profitieren, manifestiert sich das Schadbild auf den Dolden meist 'zweiseitig', d.h. die ehemals an der Pflanze sonnenexponierte Seite der Dolde zeigt deutlich stärkere Saugschäden als die beschattete Seite.

#### Befallsklassen:

- kein Befall: keinerlei Saugschäden durch Verfärbung erkennbar
- geringer Befall: leichte Saugschäden von maximal 10 % der jeweiligen Blattfläche auf höchstens drei Doldenblättern erkennbar
- mittlerer Befall: Saugschäden von maximal 30 % der jeweiligen Blattfläche auf vier bis höchstens zehn Doldenblättern erkennbar
- starker Befall: Einzelne Doldenblätter mit Saugschäden von >30 % der jeweiligen Blattfläche oder mindestens elf Doldenblätter mit generellen Saugschäden erkennbar

#### **6.3 Einführung eines Prognosemodells für Echten Mehltau**

Nach dem extremen Befall mit Echem Mehltau 1997 und 1999 ist es 2003 erstmals gelungen, einen logischen Zusammenhang zwischen Witterung und Mehltauinfektionsperioden herzustellen. Seit 2003 wird dieses „vorläufige Prognosemodell“ in Praxisgärten getestet und die Behandlungsvarianten mit unbehandelten Parzellen verglichen. Jedes Jahr haben sich 28 bis 43 Hopfenbaubetriebe an diesem Versuch beteiligt. Vier Diplomarbeiten wurden angefertigt und von 2007 bis 2009 wurden in einem Forschungsprojekt wissenschaftlich abgesicherte Basisdaten zur Biologie und Epidemiologie des Echten Mehltaus am Hopfen erarbeitet (siehe zurückliegende Jahresberichte). Diese Forschungsergebnisse und die Erfahrungen aus dem vorläufigen Prognosemodell wurden zu einer „witterungsgestützten Befallsprognose“ vereint.

### 6.3.1 Vergleich der Prognosemodelle 2007 – 2009

Das vorläufige Mehлтаuprognose-Modell hat relativ einfache Vorgaben. Eine Veränderung der Vorgaben hat während der Projektzeit nicht stattgefunden. Die neue witterungsgestützte Befallsprognose wurde während des Projektes laufend an neue Erkenntnisse angepasst. Es ist der große Vorteil dieses Modells, dass eine laufende Anpassung bzw. Verbesserung und eine Feinabstimmung in den nächsten Jahren möglich ist. Unter Berücksichtigung der neuesten Erkenntnisse zur Biologie und Epidemiologie des Echten Mehлтаus im Hopfen wären nach der Befallsprognose im Vergleich zum vorläufigen Modell folgende Spritzaufrufe zur Produktion von mehлтаufreien Hopfen notwendig gewesen:

Tab. 6.2: Spritzaufrufe 2007

2007							Spritzaufrufe
„vorläufiges Modell“	A	09.05.	–	05.07.	10.07.	10.08.	4
	B	–	–	–	–	10.08.	1
„Befallsprognose“	A	–	25.05.	–	29.07.	29.08.	3
	B	–	25.05.	–	–	–	1
2008							
„vorläufiges Modell“	A	–	06.06.	–	13.07.	–	2
	B	–	–	–	14.07.	–	1
„Befallsprognose“	A	22.05.	05.06.	–	13.07.	–	3
	B	22.05.	05.06.	–	13.07.	–	3
2009							
„vorläufiges Modell“	A	14.05.	24.06.	08.07.	–	–	3
	B	15.05.	24.06.	–	–	–	2
„Befallsprognose“	A	14.05.	–	08.07.	13.08.	–	3
	B	14.05.	–	–	–	–	1

A = anfällige Sorten bzw. mit Befall ab 15.06.

B = tolerante Sorten bzw. ohne Befall ab 15.06

Ganz wesentlich zur effektiven Bekämpfung des Echten Mehлтаus im Hopfen sind folgende Erkenntnisse:

- Die Bekämpfung im Frühjahr ist besonders wichtig! Mit wenig Aufwand kann zum richtigen Zeitpunkt viel erreicht werden.
- Spritzungen außerhalb von Infektionszeiträumen sind wirkungslos, da neu gebildete Blätter, Blüten und Dolden nicht geschützt sind.
- Auch bei nur sehr geringem Befall kann es bei günstigen Witterungsbedingungen im Juli/August Neuinfektionen geben, die noch zu großen Schäden führen; z. B. war der von der „Witterungsgestützten Befallsprognose“ ausgelöste Spritzaufruf am 13.08.2009 für anfällige Sorten bei geringem Befall voll gerechtfertigt.
- Ist Ende Juni der Bestand 100 % frei von Mehлтаupusteln, kommt es für den Rest der Saison zu keinem Neubefall.

Für die Mehлтаuprognose 2010 werden beide Prognosemodelle berücksichtigt.

## 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 benötigt werden.

Der Hopfen enthält drei Gruppen von braurelevanten Inhaltsstoffen: die Bitterstoffe, die ätherischen Öle und die Polyphenole. Die Bitterstoffe bestehen aus den  $\alpha$ - und  $\beta$ -Säuren, wobei der  $\alpha$ -Säuregehalt als das primäre wirtschaftliche Qualitätsmerkmal des Hopfens gilt, da er ein Maß für das Bitterpotenzial darstellt. Auch bei der Bezahlung des Hopfens findet der  $\alpha$ -Säuregehalt immer mehr Berücksichtigung, entweder in Zusatzvereinbarungen bei den Hopfenlieferungsverträgen oder bei direkter Bezahlung nach kg  $\alpha$ -Säuren.

Die  $\beta$ -Säuren spielen beim Bierbrauen keine große Rolle. Sie sind in Wasser schwer löslich und gehen beim Brauprozess größtenteils verloren. Wegen ihrer antimikrobiellen Eigenschaften sind sie jedoch für alternative Anwendungen des Hopfens interessant, z.B. als Konservierungsmittel in der Lebensmittelindustrie oder bei der Zucker- und Ethanolherstellung.

Die ätherischen Öle als zweite Gruppe der Hopfeninhaltsstoffe sind für den Geruch und das Aroma verantwortlich. Ihre beruhigende Wirkung kann in der Medizin genutzt werden. Deshalb werden bereits einige pharmazeutische Präparate auf Basis von Hopfen in Kombination mit Baldrian hergestellt.

Als dritte Gruppe der wertgebenden Inhaltsstoffe sind dann noch die Polyphenole zu nennen. Sie gelten als wahre Wunderstoffe für die Gesundheit, darüber gibt es eine Vielzahl von Veröffentlichungen. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Polyphenole als Antioxidantien wirken und freie Radikale einfangen können. Insbesondere Xanthohumol erlangte in den letzten Jahren wegen seines großen antikanzerogenen Potenzials viel öffentliche Aufmerksamkeit. Die Substanz 8-Prenylnaringenin, die im Hopfen in Spuren vorkommt, gilt als eines der stärksten Phytoöstrogene und verleiht dem Hopfen eine leicht östrogene Aktivität. Für die Vermarktung des Hopfens wäre es wichtig, dass auf Grund dieser vielfältigen Inhaltsstoffe auch andere Anwendungsmöglichkeiten außerhalb der Brauereien erschlossen werden könnten. Alternative Einsatzmöglichkeiten von Hopfen sind vor allem in der Lebensmittelindustrie sowie in den Bereichen Medizin und Wellness zu finden.

### 7.2 Optimierung der Inhaltsstoffe als Zuchtziel

#### 7.2.1 Anforderungen der Brauindustrie

Die Anforderungen der Brauindustrie und der Hopfenwirtschaft an die Zusammensetzung der Hopfeninhaltsstoffe unterliegen basierend auf neueren wissenschaftlichen Erkenntnissen durchaus Revisionen. Zuletzt wurden diese Anforderungen bei einem internationalen Hopfenbausymposium im Mai 2008 in Wolnzach zum Thema „Hopfenbau 2020“ von Seiten der Brauwissenschaft und Hopfenverarbeitung in Vorträgen vorgestellt und diskutiert.

Es bestand Konsens darüber, dass Hopfensorten mit möglichst hohen  $\alpha$ -Säuregehalten und  $\alpha$ -Säurenstabilität gegenüber 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 hohem Cohumulongehalt erwünscht.

Bei den ätherischen Ölen geht man wieder mehr dazu über, den sensorischen Aromaeindruck als ganzheitliche, synergistische Eigenschaft zu betrachten. Manche Substanzen verstärken sich in ihrer Wahrnehmung und andere löschen sich aus. Das richtige Verhältnis der Substanzen zueinander ist entscheidend. Es ist aber notwendig, Leitsubstanzen zu definieren, um die Aromaqualität auch analytisch beschreiben zu können. Myrcen gilt als Indikator für ein eher schlechtes harziges Aroma und Linalool für ein angenehmes blumiges Aroma. Es sollen Aromasorten mit unterschiedlichen Spektren von Hopfenölen gezüchtet werden, um eine Produktvielfalt zu gewährleisten. Für das Hopfenaroma haben Leitsubstanzen wie Linalool, Humulen, Caryophyllen und Myrcen Bedeutung.

Die Polyphenole tragen zum Bittereindruck (Harmonie der Bittere) bei und haben teilweise für die Gesundheit funktionelle Zusatznutzen. Die Erhöhung des Gehalts an niedermolekularen Polyphenolen wie Xanthohumol, den Prenylflavonoiden und den phenolischen Carbonsäuren soll ein Ziel der Hopfenzüchtung sein.

### 7.2.2 Alternative Anwendungsmöglichkeiten

Der Hauptabnehmer von Hopfen wird auch in Zukunft die Brauindustrie sein. Für Hopfen gibt es jedoch auf Grund seiner vielfältigen Inhaltsstoffe eine große Anzahl von alternativen Anwendungen. Die Bitterstoffe haben schon in katalytischen Mengen (0,001-0,1 Gew. %) antimikrobielle und konservierende Eigenschaften und zwar in der aufsteigenden Reihenfolge Iso- $\alpha$ -Säuren,  $\alpha$ -Säuren und  $\beta$ -Säuren. Sie zerstören den pH-Gradienten an den Zellmembranen von Bakterien. Die Bakterien können dann keine Nährstoffe mehr aufnehmen und sterben ab. Die Iso- $\alpha$ -Säuren im Bier schützen sogar vor dem Magenkrebs auslösenden „*Helicobacter pylori*“. 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 teilweise schon Formalin durch  $\beta$ -Säuren ersetzt. Weitere Anwendungsmöglichkeiten hinsichtlich der antimikrobiellen Aktivität sind: die Verwendung als Konservierungsmittel in der Lebensmittelindustrie, 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 Anwendungsgebiete ist in der Zukunft sicher ein größerer Bedarf an Hopfen vorstellbar. Daher ist es ein Zuchtziel in Hüll, den  $\beta$ -Säuregehalt zu erhöhen. Momentan liegt der Rekord bei etwa 20%. Es gibt sogar einen Zuchtstamm, der nur  $\beta$ -Säuren produziert und keine  $\alpha$ -Säuren.

Hopfen ist mit einem Polyphenolgehalt von bis zu 8% eine sehr polyphenolreiche Pflanze und deshalb auch sehr interessant für den Bereich Gesundheit und Wellness. Anwendungen für Nahrungsergänzungsmittel, Functional Foods oder Medikamente könnten erschlossen werden. An der Erhöhung des Xanthohumolgehalts wird gearbeitet. Ein Zuchtstamm mit 1,7% Xanthohumol ist bereits vorhanden. Andere prenylierte Flavonoide wie z.B. 8-Prenylnaringenin kommen im Hopfen nur in Spuren vor, haben jedoch sehr starke positive physiologische Wirkungen. Die Substanz Quercetin hat ein sehr starkes antioxidatives Potenzial und ist im Hopfen in einer Größenordnung von bis zu 0,2 % enthalten. Auch diese Substanz wird für die Gesundheit sehr positiv bewertet. Aromahopfen haben in der Regel einen höheren Polyphenolgehalt als Bitterhopfen.

Wenn bestimmte Inhaltsstoffe erwünscht werden, kann Hüll jederzeit reagieren und die Züchtung in Zusammenarbeit mit der Analytik auf diese gewünschten Stoffe selektieren.

### 7.3 Entwicklung von Analysemethoden für die Hopfenpolyphenole

Wie in Punkt 7.2 dargestellt wurde, bekommen die Hopfenpolyphenole sowohl für die Brauindustrie als auch für alternative Anwendungen immer mehr Bedeutung. Es ist deshalb sehr wichtig, zuverlässige und standardisierte Analysemethoden für diese Stoffgruppe zur Verfügung zu haben.

Für die Hopfenpolyphenole gibt es bis jetzt noch keine offiziellen Analysemethoden. Innerhalb der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA) wird seit einigen Jahren an der Standardisierung von Methoden für die Gesamtpolyphenole und für die Gesamtflavanoide gearbeitet. Die Tabelle 7.1 zeigt die statistischen Daten des letzten Ringversuchs.

Tab. 7.1: Statistische Daten zum Ringversuch Gesamtpolyphenole und -flavanoide

Probe	Mittelwert	Vkr	VkR	Anzahl der Laboratorien
Pellet 1/Gesamtpolyphenole (mit Ascorbinsäure)	4,739	1,41	10,75	7
Pellet 2/Gesamtpolyphenole (mit Ascorbinsäure)	4,610	2,09	8,41	7
Pellet 3/Gesamtpolyphenole (mit Ascorbinsäure)	2,689	1,00	10,94	7
Pellet 1/Gesamtpolyphenole (ohne Ascorbinsäure)	4,611	1,36	9,92	7
Pellet 2/Gesamtpolyphenole (ohne Ascorbinsäure)	4,637	1,57	8,61	7
Pellet 3/Gesamtpolyphenole (ohne Ascorbinsäure)	2,801	1,54	10,97	7
Pellet 1/Flavanoide (mit Ascorbinsäure)	0,884	1,79	13,88	7
Pellet 2/Flavanoide (mit Ascorbinsäure)	0,885	1,98	14,41	7
Pellet 3/Flavanoide (mit Ascorbinsäure)	0,410	4,70	18,97	7
Pellet 1/Flavanoide (ohne Ascorbinsäure)	0,836	1,57	16,59	7
Pellet 2/Flavanoide (ohne Ascorbinsäure)	0,849	1,41	11,00	7
Pellet 3/Flavanoide (ohne Ascorbinsäure)	0,429	3,94	19,69	7

Mittelwerte in %, Vkr, VkR dimensionslos

Unter Vkr versteht man den Variationskoeffizienten (Standardabweichung/Mittelwert\*100) innerhalb der Laboratorien. Der VkR ist der Gesamtvariationskoeffizient. Insbesondere die VkR sind noch relativ hoch, wobei die Messung mit und ohne Ascorbinsäure (Vitamin C) keinen Unterschied ergibt.

Diese Methoden müssen vor allem hinsichtlich der Probenvorbereitung noch verbessert werden. Einzelkomponenten wie Quercetin und Kämpferol werden mit HPLC analysiert. Auch diese Methode wurde bereits in einem Ringversuch getestet.

Eine Analysenmethode für das ganze Polyphenolspektrum ist in Bearbeitung. Das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten wird ab dem Jahr 2010 ein Projekt mit dem Titel „Differenzierung des Welthopfensortiments mit Hilfe der niedermolekularen Polyphenole“ fördern, das als Diplom- oder Masterarbeit bearbeitet werden könnte.

#### **7.4 Welthopfensortiment (Ernte 2008)**

Dieses Untersuchungsprogramm wird jedes Jahr durchgeführt. Ziel ist die Bestimmung der qualitäts- und sortenspezifischen Inhaltsstoffe der verfügbaren in- und ausländischen Hopfensorten bei Anbau unter den Standortbedingungen in Hüll. Die Tabelle 7.2 zeigt die Ergebnisse des Erntejahres 2008. Sie kann als Hilfsmittel dienen, um unbekanntes Hopfensorten einem bestimmten Sortentyp zuzuordnen. Die Ölanalysen wurden mit der Headspace Gaschromatographie ausgeführt. Die einzelnen Ölkompnenten sind relativ zu  $\beta$ -Caryophyllen angegeben.

Tab. 7.2: Welthopfensortiment 2008

Sorte	Myrcen	2-M.-iso-butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	$\gamma$ -Muurolen	$\beta$ -Selinen	$\alpha$ -Selinen	Cadinen	Selinadien	Geraniol	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	$\beta/\alpha$	Cohumulon	Colupulon
Admiral	6276	1084	14	39	44	0	8	274	4	10	4	2	17	0	2	15,7	6,2	0,39	46,2	66,7
Agnus	4776	103	1	8	9	1	3	120	0	4	6	5	12	0	0	11,9	5,6	0,47	36,9	59,6
Ahil	5827	516	37	5	18	3	9	195	52	9	6	4	17	0	0	8,8	3,9	0,44	34,0	57,6
Alliance	1288	106	1	2	19	0	6	288	8	7	3	3	19	0	1	6,6	3,4	0,52	30,7	58,0
Alpharoma	1772	192	26	7	11	0	10	291	14	8	4	2	19	0	3	9,7	3,1	0,32	26,4	60,3
Apolon	7709	126	37	9	30	0	4	210	91	12	7	4	16	0	0	8,6	4,5	0,52	28,2	52,4
Aquila	3644	65	1	92	25	8	16	33	0	60	69	71	14	96	0	4,8	3,8	0,79	50,1	72,8
Aromat	2015	27	4	8	46	0	18	348	15	47	14	8	24	0	0	3,6	4,4	1,22	26,8	47,1
Atlas	3716	689	27	7	19	3	3	192	51	13	10	9	17	0	0	8,4	4,1	0,49	32,9	61,6
Aurora	8812	182	3	50	37	0	25	261	46	6	4	3	15	0	0	11,6	4,4	0,38	21,5	51,1
Backa	4113	764	6	27	33	0	8	260	18	13	4	2	17	0	0	9,2	5,9	0,64	42,4	65,3
Belgisch Spalter	2052	109	2	8	18	15	8	164	0	9	29	30	18	52	0	8,2	3,8	0,46	26,2	54,0
Blisk	3451	378	26	5	27	0	2	237	41	13	9	8	19	0	0	7,4	4,7	0,64	32,5	52,9
Boadicea	2492	80	1	15	4	2	3	109	14	4	5	5	14	0	0	7,4	4,8	0,65	22,2	48,9
Bobek	18594	308	13	172	65	0	19	245	58	10	8	7	13	0	0	8,1	6,6	0,81	26,0	50,4
Bor	5990	184	2	86	10	0	7	290	0	4	3	2	14	0	1	13,1	5,0	0,38	26,7	55,3
Bramling Cross (OT)	3237	218	15	11	59	0	15	246	0	22	8	3	21	0	0	6,6	4,1	0,62	35,4	57,7
Braustern	3369	128	2	43	10	0	4	250	0	9	4	3	16	0	1	11,4	6,3	0,55	26,3	47,2
Brewers Gold	5232	214	10	29	13	0	3	169	0	4	8	8	12	0	0	8,3	5,0	0,60	41,0	66,9
Brewers Stand	23197	1070	59	70	59	19	19	53	0	32	76	74	116	112	0	9,5	4,3	0,45	24,6	52,2
Buket	4902	271	3	101	31	0	18	248	22	6	4	3	20	0	0	12,0	6,6	0,55	25,9	47,2
Bullion	3376	216	13	27	15	0	3	135	0	6	6	5	15	0	1	9,3	5,8	0,62	34,0	54,6
Cascade	4482	316	33	9	32	0	9	250	16	18	17	11	27	0	0	6,1	5,3	0,87	34,4	52,6
Chang bei 1	2286	14	4	3	35	0	14	248	16	13	22	22	19	27	0	4,0	4,7	1,18	32,7	47,2
Chang bei 2	1748	4	3	3	43	0	15	253	9	10	22	21	19	28	0	4,1	6,1	1,49	30,0	43,5
College Cluster	1017	176	14	9	8	0	4	128	0	5	6	6	10	0	0	7,5	2,8	0,37	26,4	56,4

Fortsetzung Tabelle 7.2

Sorte	Myrcen	2-M.-iso-butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	$\gamma$ -Murolen	$\beta$ -Selinen	$\alpha$ -Selinen	Cadinen	Selinadien	Geranienol	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	$\beta/\alpha$	Cohumulon	Colupulon
Columbus	1929	214	17	5	11	0	3	163	0	10	19	16	47	15	1	13,5	5,6	0,41	28,2	51,6
Comet	1530	95	7	22	12	0	3	10	0	3	45	46	6	10	0	8,5	4,5	0,53	32,7	53,9
Crystal	952	13	4	5	22	24	15	225	0	15	40	39	21	56	0	2,8	6,0	2,14	15,8	35,8
Density	2093	185	8	7	50	0	12	268	0	18	7	3	17	0	0	7,7	4,5	0,58	33,2	57,8
Diva	6763	181	6	31	42	0	25	262	8	9	113	139	21	0	0	6,2	5,8	0,94	25,0	49,7
Dunav	3348	147	2	139	8	0	7	201	20	9	4	2	15	0	0	6,0	6,5	1,08	26,0	58,8
Early Choice	3170	102	1	31	7	0	4	219	0	7	48	51	15	0	0	2,9	1,8	0,62	36,3	56,0
Eastern Gold	2109	25	3	5	13	0	6	201	10	5	8	7	38	7	1	9,5	5,0	0,53	30,7	50,2
Eastwell Golding	2025	86	3	7	16	0	8	280	0	8	4	2	18	0	2	7,4	3,7	0,50	25,6	51,4
Emerald	1056	61	5	9	8	0	7	312	0	7	4	3	16	0	0	6,9	5,3	0,77	31,3	50,7
Eroica	4376	507	46	135	6	11	7	176	0	9	7	5	14	0	0	11,2	8,5	0,76	39,9	63,6
Estera	2053	133	1	4	20	0	7	286	18	14	3	2	17	0	0	5,0	3,7	0,74	28,3	50,8
First Gold	4641	566	6	13	25	3	12	266	10	6	121	153	22	0	2	10,9	4,9	0,45	27,5	55,1
Fuggle	2462	104	1	5	17	0	6	249	21	6	4	4	17	0	0	6,3	3,3	0,52	27,9	51,1
Galena	9892	521	32	349	6	7	8	163	0	5	11	12	13	0	0	12,7	9,0	0,71	38,9	64,2
Ging Dao Do Hua	1972	379	3	3	15	0	7	257	0	14	54	55	39	0	0	6,0	4,6	0,77	41,7	61,0
Glacier	1653	17	4	4	13	0	8	282	0	9	3	2	16	0	0	2,9	4,9	1,69	12,1	41,6
Golden Star	1851	607	2	3	16	0	7	271	0	17	49	49	41	0	0	5,7	3,9	0,68	42,7	63,8
Granit	3760	202	7	20	9	3	19	213	0	6	7	5	14	0	1	9,7	5,1	0,53	26,3	49,4
Green Bullet	1568	95	8	5	13	0	15	257	0	20	10	10	19	0	0	4,5	3,4	0,76	38,9	67,5
Hallertauer Gold	2083	139	23	6	30	0	7	300	0	10	5	5	20	0	0	7,6	5,5	0,72	23,9	46,5
Hallertauer Magnum	7760	184	29	28	10	2	5	288	0	5	3	2	14	0	0	18,7	6,6	0,35	28,3	56,5
Hallertauer Merkur	4968	224	17	8	20	3	5	277	0	9	4	3	15	0	1	17,4	6,3	0,36	21,8	45,2
Hallertauer Mfr.	466	95	2	2	30	0	8	338	0	15	7	4	28	0	1	3,0	4,8	1,60	19,3	40,4
Hallertauer Taurus	14958	200	17	28	41	0	9	253	0	12	57	72	16	0	0	18,9	5,5	0,29	21,9	47,5
Hallertauer Tradition	2376	111	7	5	27	0	9	300	0	6	3	2	17	0	0	7,6	4,2	0,55	24,2	50,0

Fortsetzung Tabelle 7.2

Sorte	Myrcen	2-M.-iso-butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	$\gamma$ -Murolen	$\beta$ -Selinen	$\alpha$ -Selinen	Cadinen	Selinadien	Geranienol	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	$\beta/\alpha$	Cohumulon	Colupulon
Harmony	4091	61	3	14	27	2	11	263	14	10	68	72	20	0	0	8,0	7,0	0,88	20,1	40,7
Herald	6359	545	3	108	14	5	23	205	0	5	36	43	14	0	0	11,6	4,6	0,40	36,2	61,9
Herkules	9022	362	63	108	10	0	10	287	0	6	5	5	14	0	0	19,7	5,6	0,28	36,3	57,9
Hersbrucker Pure	6683	151	2	24	35	15	18	245	0	7	29	27	18	52	0	5,8	2,7	0,47	25,2	50,1
Hersbrucker Spät	3536	63	7	17	38	23	12	176	0	9	41	43	15	46	0	3,0	5,4	1,80	17,8	37,7
Horizon	6263	282	8	33	44	3	6	152	11	5	9	10	10	0	0	12,8	6,3	0,49	25,9	48,0
Hüller Anfang	581	113	6	1	21	0	7	319	0	18	6	4	24	0	1	1,8	3,2	1,78	21,1	37,9
Hüller Aroma	628	61	3	2	24	0	8	307	0	17	6	4	23	0	1	4,7	4,0	0,85	26,6	49,1
Hüller Bitter	5604	337	38	13	43	20	11	168	0	20	43	42	82	58	0	7,2	5,6	0,78	28,3	48,9
Hüller Fortschritt	858	43	8	2	28	0	9	314	0	18	5	3	21	0	0	4,3	4,7	1,09	26,3	45,6
Hüller Start	780	53	2	3	13	0	10	326	0	13	7	4	24	0	0	2,0	3,0	1,50	20,1	40,4
Jap. C 730	1417	6	13	37	13	0	9	129	36	12	9	8	11	0	0	4,8	3,1	0,65	36,9	59,1
Jap. C 827	1442	37	11	4	7	0	7	276	15	9	6	4	16	20	0	4,2	1,9	0,45	26,9	51,9
Jap. C 845	991	14	5	12	5	0	3	287	14	5	3	3	19	0	0	7,8	4,1	0,53	21,2	42,4
Jap. C 966	5424	38	24	23	14	4	4	215	113	12	40	42	15	0	0	4,0	2,3	0,58	39,9	57,3
Kirin 1	1648	535	6	5	17	0	9	256	0	23	59	57	48	0	0	4,7	3,5	0,74	43,2	61,3
Kirin 2	2084	598	2	4	15	0	7	257	0	12	58	60	43	0	0	5,4	4,0	0,74	41,5	60,6
Kitamidori	947	11	4	14	4	0	3	286	15	4	4	3	18	0	1	8,7	4,2	0,48	19,8	40,3
Kumir	2777	90	3	20	21	2	8	282	10	5	3	2	18	0	0	13,9	5,3	0,38	23,8	50,6
Late Cluster	34526	912	27	108	52	400	18	38	8	31	68	72	102	95	0	10,5	5,9	0,56	28,5	49,1
Lubelski	1780	7	3	5	32	0	16	327	19	26	8	4	22	0	0	3,9	4,9	1,26	21,3	43,1
Malling	2336	187	3	5	31	0	9	274	15	12	4	4	20	0	2	5,2	3,9	0,75	32,5	54,1
Marynka	6230	338	3	61	13	6	8	149	118	8	7	7	13	0	0	11,4	4,8	0,42	26,1	50,7
Mt. Hood	247	43	16	2	13	0	6	304	0	11	6	3	27	0	2	3,8	5,1	1,34	19,5	42,5
Neoplanta	1649	116	3	23	5	0	6	232	18	9	4	3	18	0	0	8,6	4,0	0,47	37,1	63,2
Neptun	4448	144	34	6	16	0	3	199	0	6	3	2	16	0	0	15,3	4,5	0,29	21,9	41,5

Fortsetzung Tabelle 7.2

Sorte	Myrcen	2-M.-iso-butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	$\gamma$ -Murolen	$\beta$ -Selenen	$\alpha$ -Selenen	Cadinen	Selinadien	Geranienol	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	$\beta/\alpha$	Cohumulon	Colupulon
Northern Brewer	4574	125	2	55	8	0	5	241	0	4	3	2	15	0	0	10,3	4,4	0,43	25,5	50,2
Nugget	2273	72	2	17	11	2	4	180	0	3	9	10	11	0	1	11,5	4,5	0,39	28,0	55,2
NZ Hallertauer	4838	135	2	19	33	0	8	168	13	13	20	20	16	30	0	6,4	8,3	1,30	39,6	50,4
Olympic	3915	126	4	31	15	3	4	160	0	3	6	5	11	0	0	15,0	4,8	0,32	26,7	55,3
Omega	3892	393	16	15	22	0	6	277	0	10	60	66	16	0	2	8,5	4,4	0,52	28,7	55,6
Opal	3239	108	18	15	42	2	9	264	0	8	5	2	21	32	0	7,5	4,2	0,56	13,6	32,4
Orion	1270	127	4	6	18	0	6	229	0	6	4	3	19	0	0	8,7	6,1	0,70	30,7	50,1
Pacific Gem.	3802	403	19	21	18	0	11	281	0	8	3	2	17	0	2	10,1	6,6	0,65	40,2	66,7
PCU 280	2346	70	1	11	6	0	5	270	0	5	3	2	14	0	0	13,7	5,0	0,36	25,9	53,9
Perle	1923	129	1	25	7	0	5	264	0	10	4	3	16	0	0	8,3	4,5	0,54	31,9	57,9
Phoenix	1852	143	2	7	7	0	8	276	19	34	56	61	19	0	0	10,6	4,9	0,46	24,6	51,4
Pilgrim	10109	698	6	182	17	5	18	268	0	9	67	76	17	0	0	9,9	4,3	0,43	38,2	66,5
Pilot	14329	566	13	155	68	12	31	58	0	12	269	352	22	0	3	8,4	4,4	0,52	38,3	64,9
Pioneer	4706	477	2	95	16	4	22	231	0	6	59	75	18	0	0	9,2	4,2	0,46	33,3	60,5
Premiant	2600	59	3	9	19	2	9	281	8	11	4	3	17	0	1	12,9	4,8	0,37	24,8	49,9
Pride of Kent	2894	77	5	5	33	0	8	306	0	6	4	3	17	0	1	8,6	3,3	0,38	28,0	58,9
Pride of Ringwood	1160	18	1	2	6	0	7	12	0	6	81	84	16	0	0	7,7	6,0	0,78	33,4	53,6
Progress	23411	1221	62	84	67	35	18	36	0	34	77	78	126	123	0	9,5	4,2	0,45	24,6	52,3
Rubin	3775	191	46	19	13	0	6	247	0	6	56	59	20	0	2	14,0	4,6	0,33	30,8	53,4
Saazer	1957	2	2	5	25	0	14	305	22	8	4	2	19	0	0	3,6	4,2	1,17	21,4	39,7
Saphir	6406	74	3	37	35	5	25	200	0	6	17	17	13	22	0	4,9	7,5	1,53	12,0	46,0
Serebrianker	1683	58	2	6	30	0	6	165	0	13	45	43	22	0	0	0,9	3,2	3,56	17,9	40,5
Sirem	1540	5	4	7	46	0	25	323	20	34	7	2	27	0	0	4,0	4,3	1,08	27,1	46,1
Sladek	4520	112	3	25	21	0	8	276	13	4	3	3	15	0	0	13,3	4,8	0,36	25,5	53,7
Smaragd	5304	53	11	16	29	2	8	229	0	5	9	7	15	17	0	6,5	5,1	0,78	16,1	35,7
Sovereign	5036	137	3	15	27	0	8	262	17	7	82	108	18	0	0	5,4	2,7	0,50	25,2	49,2

Fortsetzung Tabelle 7.2

Sorte	Myrcen	2-M.-iso-butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	$\gamma$ -Mucrolen	$\beta$ -Selinen	$\alpha$ -Selinen	Cadinen	Selinadien	Geranienol	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	$\beta/\alpha$	Columulon	Colupulon
Spalter	2683	2	2	6	28	0	11	295	35	7	4	2	19	0	0	3,4	4,1	1,21	24,4	42,8
Spalter Select	5943	120	25	13	94	20	18	209	39	18	49	50	20	62	0	6,3	4,7	0,75	26,4	51,8
Sterling	2778	132	3	21	14	2	4	177	0	3	6	7	11	0	1	12,0	4,4	0,37	27,5	55,3
Sticklebract	4530	308	26	17	15	0	20	210	30	12	46	50	14	0	5	8,0	5,5	0,69	39,7	67,4
Strisselspalter	3861	57	10	25	32	20	8	182	0	7	31	33	13	34	0	3,3	8,0	2,42	15,2	36,0
Super Alpha	2297	122	30	11	27	0	10	295	0	11	4	3	17	0	0	6,5	5,1	0,78	36,3	62,3
Talisman	3311	131	2	30	8	0	5	239	0	5	4	3	15	0	1	11,5	5,8	0,50	25,5	49,2
Tettnanger	1725	3	3	6	43	0	27	331	21	46	8	3	26	0	0	3,4	3,6	1,06	25,5	44,7
Toyomidori	2839	511	23	74	17	0	17	233	0	12	14	9	42	9	3	12,0	4,5	0,38	31,8	65,8
Ultra	449	64	7	2	17	0	5	312	0	6	9	8	21	0	1	4,6	4,5	0,98	30,1	46,6
Urozani	2998	9	1	4	70	0	11	243	30	26	30	29	19	35	0	2,7	5,8	2,15	24,5	43,0
USDA 21055	5587	497	3	232	9	0	3	127	50	6	17	19	14	0	1	11,1	3,8	0,34	35,4	69,4
Vojvodina	4142	178	2	31	11	0	7	237	10	5	4	2	16	0	2	9,0	4,3	0,48	28,9	57,0
WFG	2016	23	4	5	37	0	16	313	23	24	9	5	26	0	0	3,7	4,9	1,32	21,3	43,1
Willamette	3765	199	2	8	16	0	3	245	26	6	4	4	16	2	0	4,2	3,8	0,90	34,6	58,3
Wye Challenger	7900	538	7	49	33	0	13	251	7	8	48	56	16	0	0	6,2	5,2	0,84	24,7	48,7
Wye Northdown	2287	73	2	6	17	0	4	252	0	7	4	3	17	0	0	10,6	7,6	0,72	28,6	48,0
Wye Target	4121	444	7	17	47	4	17	176	0	19	11	9	37	10	0	11,8	5,4	0,46	34,9	62,2
Wye Viking	3239	109	7	33	14	0	13	216	54	13	40	42	17	0	0	7,7	5,1	0,66	24,8	48,8
Yeoman	3080	187	13	11	9	0	5	233	0	13	40	43	16	0	1	17,9	6,4	0,36	26,8	51,7
Zatecki	1947	123	2	9	20	0	7	279	12	12	6	4	17	0	0	5,9	4,1	0,69	28,4	49,6
Zenith	4148	157	2	19	28	2	8	270	0	6	86	96	20	0	0	10,1	4,0	0,40	24,6	50,9
Zeus	6228	122	12	14	9	0	3	146	0	9	11	10	34	11	0	14,5	5,9	0,41	36,2	58,1
Zitic	1969	2	1	11	10	4	10	298	6	8	4	3	16	0	1	7,8	5,9	0,76	29,4	49,5
Zlatan	1705	20	5	9	55	0	36	377	22	18	9	3	30	0	0	3,3	3,1	0,94	22,3	40,7

Ätherische Öle = Relativwerte,  $\beta$ -Caryophyllen = 100,  $\alpha$ - und  $\beta$ -Säuren in % lfr., Analoga in % der  $\alpha$ - bzw.  $\beta$ -Säuren

## 7.5 Wöllmeranalyse der neuen Hüller Zuchtstämme

Bei der Wöllmeranalyse wird zunächst der in Ether lösliche Gesamtharzgehalt bestimmt. Dieser wird dann fraktioniert in den in Hexan löslichen Weichharzgehalt und in den unlöslichen Hartharzanteil. Auf Wunsch von Prof. Dr. Narziss wurden von den neuen Hüller Zuchtstämmen (Tabelle 7.3) Wöllmeranalysen angefertigt, weil man Aussagen in Hinblick auf die Bitterqualität machen kann.

Tab. 7.3: Wöllmeranalysen der neuen Hüller Zuchtsortern (Ernte 2008)

Sorte	Gesamtharz	Konduktometerwert	Weichharz	$\beta$ -Fraktion	Hartharz	$\alpha$ -Säuren (HPLC)	$\beta$ -Säuren (HPLC)	Xanthohumol (HPLC)
Opal	25,8	12,6	24,3	11,7	1,5	11,8	7,3	0,55
Saphir	20,7	4,9	16,8	11,9	3,9	4,0	7,1	0,45
Smaragd	20,1	8,0	17,3	9,3	2,8	7,5	6,5	0,41
Hall. Merkur	33,6	18,5	31,2	12,7	2,4	17,1	6,6	0,42
Herkules	32,2	19,2	29,4	10,2	2,8	17,6	5,6	0,85

alle Angaben in % bezogen auf wasserfreien Hopfen

Besonders bei der Sorte Saphir ist der Hartharzgehalt mit 3,9 % sehr hoch. Noch deutlicher wird dies, wenn man den Hartharzgehalt auf den  $\alpha$ -Säuregehalt bezieht ( $\alpha$ -Säuren:Hartharz = 1:0,80). Mit der Sorte Saphir bringt man am meisten Hartharz in das Bier. Unter dem Hartharz versteht man unspezifische und chemisch nicht eindeutig charakterisierte Verbindungen, die aber zur Bitterqualität beitragen. Die besonders feine und harmonische Bittere der mit Saphir gebrauten Biere könnte auf diese Stoffe zurückzuführen sein.

## 7.6 Nitrat im Hopfen

Nitrate sind Salze der Salpetersäure und kommen in allen grünen Pflanzen vor. Pflanzen nehmen den zum Wachstum benötigten Stickstoff hauptsächlich in Form von Nitrat ( $NO_3^-$ ) auf. Im Boden entstehen Nitrate bei der Mineralisierung organischer Substanzen (z.B. Humusabbau) sowie beim Abbau stickstoffhaltiger Düngemittel. Der Nitratgehalt in Pflanzen ist von verschiedenen Faktoren abhängig (Abb. 7.1).

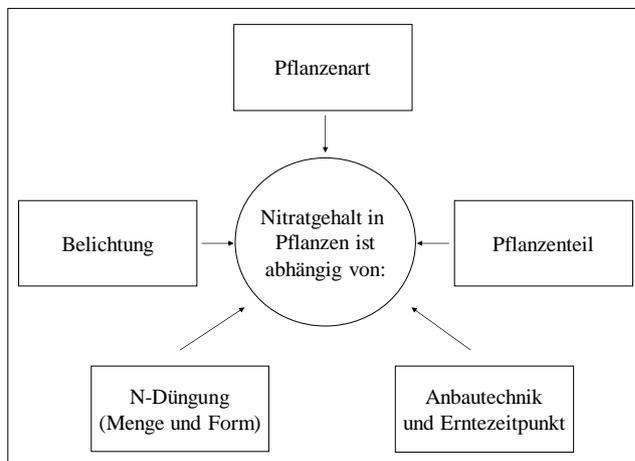


Abb. 7.1: Nitratgehalt in Pflanzen

Nitrate können im menschlichen Organismus zu Nitriten reduziert werden. Diese reagieren mit sekundären Aminen zu den hoch kanzerogenen Nitrosaminen. Zwei Drittel der Nitrataufnahme erfolgt über Gemüse. Bei Salat ist der Nitratgrenzwert 0,3 % und bei Trinkwasser 50 mg/l. Der Nitratgehalt von Lebensmitteln ist deshalb auch ein Qualitätskriterium. 3,65 mg  $\text{NO}_3^-/\text{kg}$  Körpergewicht dürfen täglich von einem Erwachsenen aufgenommen werden ohne negative Auswirkungen auf die Gesundheit. Das entspricht bei 80 kg Körpergewicht 292 mg pro Tag. Bei Hopfen werden in unregelmäßigen Abständen Nitratuntersuchungen durchgeführt und die Methoden in Ringversuchen abgeglichen. Der Nitratgehalt im Hopfen sollte so gering wie möglich gehalten werden. In Hüll wird für die Nitratbestimmung eine HPLC-Methode angewandt. Es wird zuerst vom Hopfen ein Heißwasserauszug hergestellt und dieser mit einer HPLC-Methode analysiert. In den letzten Jahren wurde im Hopfen ein Durchschnittsnitratgehalt von 0,89 % mit einem Minimum von 0,36 % und einem Maximum von 1,55 % gemessen. Die Abbildung 7.2 zeigt die Verteilung.

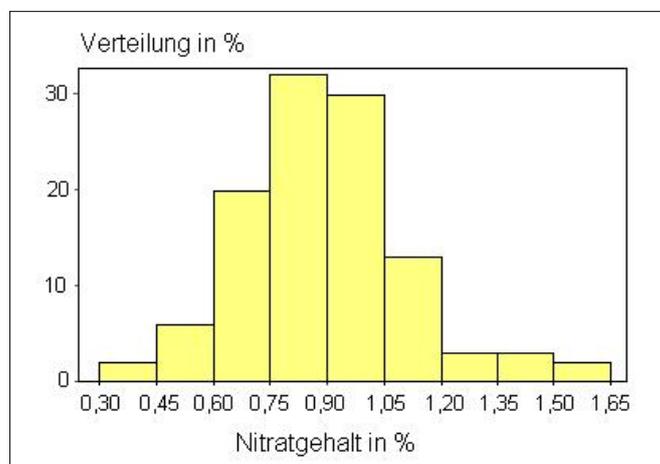


Abb. 7.2: Nitratgehalte in Hopfen

Es hat sich gezeigt, dass die Belichtung einen starken Einfluss auf den Nitratgehalt hat. An sonnigen Tagen wird ein niedrigerer Nitratgehalt gemessen als an Regentagen, da bei Licht und Wärme eine höhere Verstoffwechslung stattfindet. Der Nitratgehalt im Hopfen ist mit einem Durchschnitt von 0,89 % sehr hoch. Eine übermäßige Stickstoffdüngung ist dafür wahrscheinlich die Hauptursache. Stickstoffdüngung sollte nach einer  $N_{\min}$ -Untersuchung gemäß den amtlichen Düngeempfehlungen erfolgen. Da der Hopfen aber im Bier sehr verdünnt wird, spielt dieser hohe Nitratgehalt keine Rolle. Der Nitratgehalt des Brauwassers ist hier bedeutender.

## 7.7 Ringanalysen zur Ernte 2009

Seit dem Jahr 2000 gibt es bei den Hopfenlieferverträgen eine Zusatzvereinbarung, in der die  $\alpha$ -Säuregehalte Berücksichtigung finden. Der im Vertrag vereinbarte Preis gilt, wenn der  $\alpha$ -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 umgegangen wird (Probenteilung, Lagerung), welche Laboratorien die Nachuntersuchungen durchführen und welche Toleranzbereiche für die Analyseergebnisse zugelassen sind. Auch im Jahr 2009 hatte die Arbeitsgruppe IPZ 5d wieder die Aufgabe, Ringanalysen zu organisieren und auszuwerten, um die Qualität der  $\alpha$ -Säureanalytik sicherzustellen.

Im Jahr 2009 haben sich folgende Laboratorien an dem Ringversuch beteiligt:

- Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft (HHV), Werk Au/Hallertau
- NATECO<sub>2</sub> GmbH & Co. KG, Wolnzach
- Hopfenveredlung St. Johann GmbH & Co. KG, St. Johann
- Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft (HHV), Werk Mainburg
- Hallertauer Hopfenverwertungsgenossenschaft (HVG), Mainburg
- Agrolab GmbH, Oberhummel
- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Arbeitsbereich Hopfen, Hüll

Der Ringversuch wurde zwischen dem 8. September 2009 und dem 6. November 2009 insgesamt neunmal (9 Wochen) durchgeführt, da in dieser Zeit der Großteil der Hopfenpartien in den Laboratorien untersucht wurde. Das Probenmaterial wurde dankenswerterweise von Herrn Hörmansperger (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 Analyseergebnisse wurden eine Woche später nach Hüll zurückgegeben und dort ausgewertet. Im Jahr 2009 wurden insgesamt 36 Proben analysiert. Die Auswertungen wurden so schnell wie möglich an die einzelnen Laboratorien weitergegeben. Die Abbildung 7.3 zeigt eine Auswertung als Beispiel, wie ein Ringversuch im Idealfall aussehen sollte.

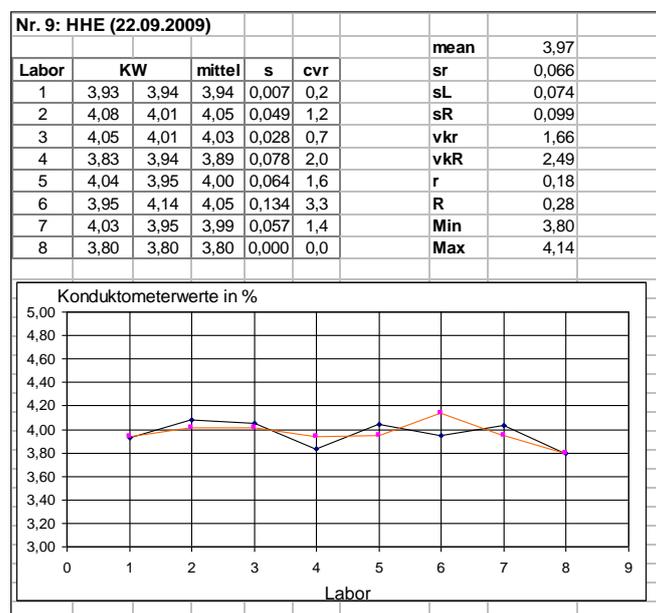


Abb. 7.3: Auswertung einer Ringanalyse

Die Nummerierung der Laboratorien (1-8) entspricht nicht der obigen Zusammenstellung. Als Ausreissertest zwischen den Laboratorien wurde nach DIN ISO 5725 der Grubbs-Test gerechnet. Im Jahr 2009 wurden bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  fünf Ausreisser erkannt, bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,01$  gab es noch keine Ausreisser. Tab. 7.4 zeigt die aus der Methodensammlung der European Brewery Convention (EBC 7.4, konduktometrische Titration) abgeleiteten Toleranzgrenzen ( $d$  kritisch, Schmidt, R., NATECO<sub>2</sub>, Wolnzach) und deren Überschreitungen in den Jahren 2000 bis 2009.

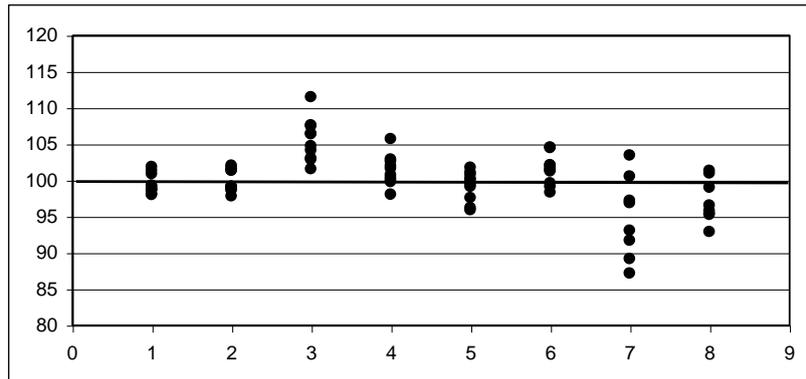
Tab. 7.4: Toleranzgrenzen der Methode EBC 7.4 und deren Überschreitungen in den Jahren 2000 bis 2009

	bis 6,2 % $\alpha$ -Säuren	6,3 % - 9,4 % $\alpha$ -Säuren	9,5 % - 11,3 % $\alpha$ -Säuren	ab 11,4 % $\alpha$ -Säuren
d kritisch	+/-	+/-0,4	+/-0,5	+/-0,6
Bereich	0,6	0,8	1,0	1,2
Überschreitungen				
im Jahr 2000	0	3	0	3
im Jahr 2001	2	1	0	2
im Jahr 2002	4	4	2	4
im Jahr 2003	1	1	1	0
im Jahr 2004	0	0	0	4
im Jahr 2005	1	0	1	3
im Jahr 2006	2	0	1	0
im Jahr 2007	1	0	0	0
im Jahr 2008	2	0	0	6
im Jahr 2009	3	2	0	4

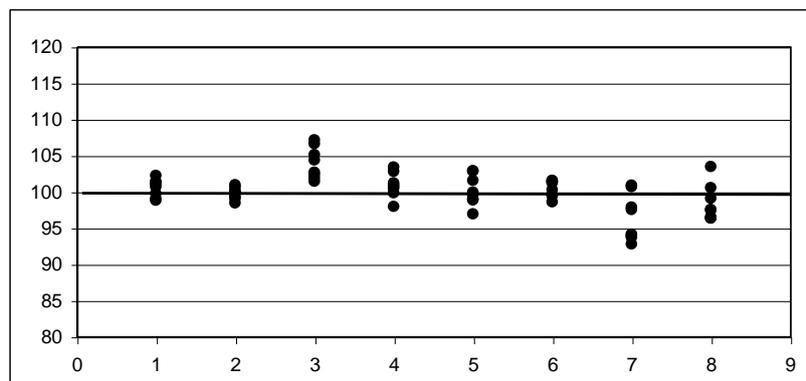
Im Jahr 2009 gab es insgesamt 9 Überschreitungen der zugelassenen Toleranzgrenzen.

In Abb. 7.4 sind alle Analysenergebnisse für jedes Labor als relative Abweichungen zum Mittelwert (= 100 %) differenziert nach  $\alpha$ -Säuregehalten <5 %, >=5 % und <10 %, sowie >=10 % zusammengestellt. Aus dieser Grafik kann man sehr gut erkennen, ob ein Labor eher zu hohe oder zu tiefe Werte analysiert.

Proben mit  $\alpha$ -Säuregehalten < 5 %



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



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

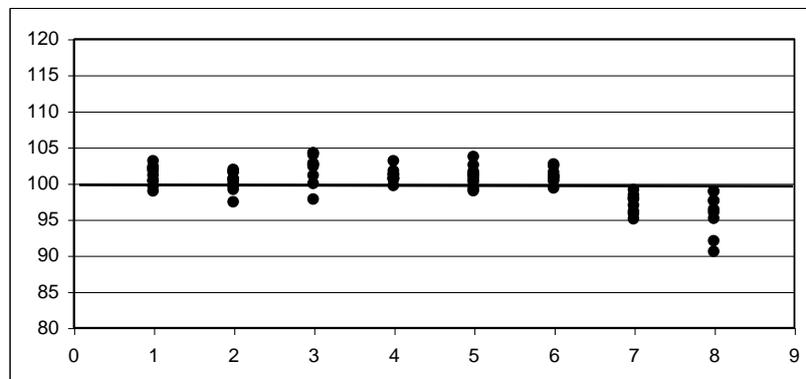


Abb. 7.4: Analyseergebnisse der Laboratorien relativ zum Mittelwert

Bei  $\alpha$ -Säuregehalten von < 5 % als auch von  $\geq$  5 % und < 10 % liegt Labor 3 relativ hoch. Bei  $\alpha$ -Säurewerten  $\geq$  10 % analysiert das Labor 8 zu niedrig. Das Hüller Labor hat die Nummer 5.

## 7.8 Herstellung von reinen $\alpha$ -Säuren und deren ortho-Phenylendiamin-Komplexen zur Überprüfung der Kalibrierextrakte ICE 2 und ICE 3

Innerhalb der AHA wird zweimal jährlich die Stabilität des internationalen Kalibrierextrakts ICE 2 überprüft.

Die Aufgabe des Hüller Labors dabei ist,  $\alpha$ -Säuren in möglichst hoher Reinheit (>98 %) herzustellen, die als Standard für die Überprüfung dienen. Aus einem  $\text{CO}_2$ -Extrakt mit einem hohen  $\alpha$ -Säuregehalt wird zunächst durch Umsetzung mit ortho-Phenylendiamin der ortho-Phenylendiamin-Komplex dargestellt (Abbildung 7.5).

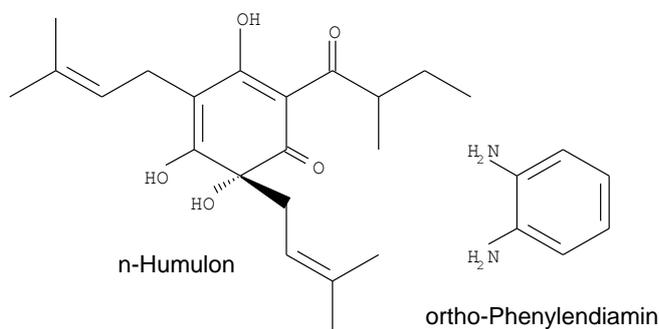


Abb. 7.5: ortho-Phenylendiamin-Komplex und dessen chemische Struktur

Dieser Komplex kann durch mehrfache Umkristallisation aufgereinigt werden. Aus dem Komplex werden dann die reinen  $\alpha$ -Säuren freigesetzt. Es hat sich herausgestellt, dass der Komplex selbst sehr stabil ist und als Standard für die ICE Überprüfungen benutzt werden kann. Die letzte ICE 2-Überprüfung zeigte noch keinen signifikanten Abbau des Extrakts. Die Einführung des neuen Kalibrierextrakts ICE 3 ist von der AHA vorbereitet worden und soll im Herbst des Jahres 2010 erfolgen.

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

Im Jahr 2009 wurden zum ersten Mal auch für die Arbeitsgruppe IPZ 3d Analysen durchgeführt. Das Ziel war zunächst, die Methoden zu erarbeiten und im Hüller Labor zu etablieren. In der Tabelle 7.5 sind die Ergebnisse dieser Analysen zusammengestellt.

Tab. 7.5: Analysen von Heil- und Gewürzpflanzen

Untersuchungsparameter	Anzahl der Analysen	Mittelwert	Min.- Max.
<b>Salvia miltiorrhiza</b>			
Kaltwasser Extrakt	10	57,3	46,0 – 64,5
Heiethanol Extrakt	10	7,4	6,0 – 11,7
Salvaniolsäure B	10	5,8	3,8 – 7,3
Tanshinon IIa	10	0,19	0,12 – 0,39
<b>Saposhnikovia divaricata</b>			
Heiethanol Extrakt	10	22,6	20,9 – 25,0
Prim-O-Glosylcimifugin	10	0,23	0,20 – 0,26
5-O-Methylvisamminosid	10	0,53	0,46 – 0,59
<b>Paeonia lactiflora</b>			
Paeoniflorin	10	3,51	2,60 – 4,11
<b>Leonorus japonicus</b>			
Heiwasser Extrakt	10	26,05	21,5 – 31,5
Flavonoide	10	0,64	0,26 – 1,44

Alle Angaben in % bezogen auf das Pflanzenmaterial

Wie Prof. Dr. Bomme mitteilte, stimmen die Ergebnisse sehr gut mit den bisher erhaltenen Werten überein. Eine Intensivierung der Zusammenarbeit zwischen der Arbeitsgruppe IPZ 5d und IPZ 3d ist geplant.

## **7.10 Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen der Ernte 2009**

Das seit Ende der 1980er Jahre durchgeführte Monitoring auf Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen gibt einen sehr guten Überblick über die tatsächliche Situation hinsichtlich des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln. Auch 2009 konnte wieder festgestellt werden, dass Hopfen frei von schädigenden Rückständen aus Pflanzenschutzmitteln ist. Auf Grund der hohen Kosten für die Gesamtanalyse (ca. 800,-- € pro Probe) musste der Umfang der Analysen auch in diesem Jahr auf sechs Proben beschränkt werden. Sehr viele Analysen werden jedoch zusätzlich mit dem gleichen Analysenspektrum im Auftrag der Hopfenhandelsfirmen durchgeführt.

2009 waren in Deutschland 23 Wirkstoffe im Hopfen zugelassen. In dieser Studie wurden insgesamt 109 verschiedene Pflanzenschutzmittelwirkstoffe analysiert. Zusätzlich zu den derzeit zugelassenen Wirkstoffen wird auf früher zugelassene und weitere aus anderen Kulturen (z.B. Wein) bekannte Wirkstoffe untersucht und kontrolliert. Es ist somit sichergestellt, dass alle in Frage kommenden Wirkstoffe erfasst werden.

Die gesetzlich festgelegten Rückstandshöchstmenge sind keine toxikologischen Grenzwerte! Basis für die Festsetzung ist 1/100 der täglich unbedenklich zu verzehrenden Menge. Zusätzlich werden Feldversuche durchgeführt. Ist es bei guter fachlicher Praxis möglich, einen noch niedrigeren Wert einzuhalten, ist dieser Wert für die jeweilige Kultur die maximale Höchstmenge.

Eine wichtige Rolle für einen möglichst niedrigen Rückstandswert spielt die Wartezeit, d.h. die Zeit zwischen letzter Anwendung und Ernte. Die Wartezeit beim Handelsprodukt VERTIMEC gegen die Gemeine Spinnmilbe beträgt z.B. beim Hopfen 28 Tage, bei Gurken und Tomaten nur 3 Tage! Auch bei Tomaten mit kurzen Ernteintervallen besteht keine Gefahr für die Verbraucher. Im Hopfen ist bei guter landwirtschaftlicher Praxis der letzte sinnvolle Einsatz vier Wochen vor der geplanten Ernte; mögliche Rückstände werden auf diese Weise minimiert.

### **7.10.1 Probenauswahl und Analyseergebnisse**

Verteilt über die Abwaage- und Zertifizierungssaison 2009 wurden durch den Hopfenring e.V. insgesamt ca. 100 Hopfenmuster aller wichtigen Sorten des Anbaugebietes Hallertau an den Arbeitsbereich Hopfen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) nach Hüll geliefert. Die Muster waren nur mit der Sortenbezeichnung und der Ballennummer gekennzeichnet. Die Namen der Hopfenbaubetriebe sind der LfL somit nicht bekannt.

Aus diesen Proben wurden an der LfL für die sechs in der Tabelle 7.6 genannten Hopfensorten je **zwei** Hopfenmuster zufällig ausgewählt und für jede Sorte ein Mischmuster hergestellt. Die Sortenauswahl erstreckt sich auf sehr krankheits- und schädlinganfällige Sorten (z.B. Hallertauer Magnum) sowie gering anfällige Sorten (z.B. Hallertauer Tradition), auf spätreifende Sorten (z.B. Hallertauer Taurus, Herkules) und Sorten mit großer Anbaufläche (z.B. Hallertauer Magnum, Perle).

Die Analysen wurden erstmals durch das Labor SOFIA GmbH in Berlin durchgeführt. Das Labor beteiligt sich an Ringanalysen zu Pflanzenschutzmittelrückständen im Hopfen.

Tab. 7.6: Untersuchungen auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln - Ernte 2009, zugelassene bzw. genehmigte Wirkstoffe (Milligramm pro Kilogramm = ppm)

Wirkstoffe geordnet nach Schaderreger	Zulässige Höchstmenge in ppm	R1/09 HS	R2/09 HT	R3/09 HM	R4/09 TU	R5/09 PE	R6/09 SR
<b>1. Peronospora</b>							
Azoxystrobin	20	1,5	2,2	1,3	3,6	1,6	0,93
Cymoxanil	2	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
Dimethomorph	50	0,24	0,21	0,41	1,8	6,7	1,9
Folpet	150	0,047	u.B.	1,7	0,56	u.B.	u.B.
Fosethyl	1.500	u.B.	u.B.	2,3	2,9	u.B.	u.B.
Kupferverbindungen	1.000	270	4,6	149	152	58	189
Metalaxyl	10	0,034	0,007	0,012	0,048	0,013	0,015
<b>2. Echter Mehltau</b>							
Myclobutanil	2	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
Quinoxifen	0,5	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
Triadimenol	10	u.B.	u.B.	u.B.	0,1	u.B.	u.B.
Trifloxystrobin	30	6,1	8,6	4,4	4,3	0,045	u.B.
<b>3. Blattläuse</b>							
Flonicamid	2	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
Imidacloprid	10	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
Pymetrozin	15	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
<b>4. Spinnmilben</b>							
Abamectin	0,05	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
Hexythiazox	20	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
Spirodiclofen	30	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
<b>5. Bodenschädlinge</b>							
Lambda-Cyhalothrin	10	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
Methamidophos	0,02	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
<b>6. Herbizide</b>							
Bromoxynil	0,1	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
Cinidon-ethyl	0,1	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
Fluazifop-P-butyl	0,1	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
MCPA	0,1	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.

u.B. = unter Bestimmungsgrenze

HS = Herkules

TU = Hallertauer Taurus

HT = Hallertauer Tradition

PE = Perle

HM = Hallertauer Magnum

SR = Saphir

Zusätzlich zu den 23 zugelassenen Wirkstoffen wurden folgende 85 Wirkstoffe von früher zugelassenen Produkten sowie Produkten, die in anderen Kulturen zugelassen waren oder sind, in die Analytik einbezogen:

## Zusätzlich untersuchte Wirkstoffe

### **Fungizide (26):**

Boscalid	Fenpropimorph	Pyraclostrobin
Captafol	Fentin-acetat	Spinosad
Captan	Flusilazol	Spiroxamine
Chlorthalonil	Kresoxim-methyl	Tebuconazol
Dibrom	Malathion	Tolyfluanid
Dichlofluanid	Nitrothal-isopropyl	Triadimefon
Dithiocarbamate	Penconazol	Triforin
Fenarimol	Procymidon	Vinclozolin
Fenbutatinoxid	Propiconazol	

### **Insektizide/Akarizide (42):**

3-Hydroxy-Carbofuran	Clothianidin	Fenpyroximate
Acephat	Cyfluthrin	Fenvalerat
Acetamiprid	Cyhexatin	Fipronil
Acrinathrin	Cypermethrin	Flucythrinate
Alphacypermethrin	Deltamethrin	Fluvalinate
Amitraz	Diazinon	Methidathion
Azocyclotin	Dichlorvos	Mevinphos
Bifenthrin	Dicofol	Omethoate
Bioresmethrin	Dicrotophos	Parathion methyl
Brompropylate	Dioxacarb	Permethrin
Carbofuran	Endosulfan	Pirimicarb
Carbosulfan	Ethiofencarb	Propargit
Chlorpyrifos-Ethyl	Etoxazol	Propoxur
Clofentezin	Fenpropathrin	Pyridaben

### **Herbizide (17):**

2,4,5-T	Dichlorprop	MCPA
2,4-D	Diclofop	MCPP
2,4-DB	Diflufenzopyr	Metribuzin
Bentazon	Fluroxypyr	Monolinuron
Carfentrazon-ethyl	Haloxypop	Trifluralin
Dicamba	Ioxynil	

In allen Analysen der sechs Hopfenproben lagen die Werte unter der Bestimmungsgrenze. Diese Bestimmungsgrenze liegt bei 0,01 ppm bis 0,5 ppm.

### **7.10.2 Beurteilung der Ergebnisse**

Die Belastung durch Schadorganismen brachte in der Saison 2009 keine außergewöhnlichen Herausforderungen. Nur der Infektionsdruck durch Primär- und Sekundärinfektion von *Peronospora* lag über dem langjährigen Durchschnitt. Da über die Saison verteilt verschiedene zugelassene Wirkstoffe eingesetzt werden konnten, lagen die Rückstände immer sehr deutlich unter den zugelassenen Höchstmengen.

Bei Insektiziden, Akariziden und Herbiziden wurden keine Rückstände über den sehr niedrigen Bestimmungsgrenzen gefunden. Die Tabelle 7.8 zeigt eine Zusammenfassung der Rückstandssituation der Ernte 2009.

Tab. 7.7: Rückstandssituation bei Hopfen der Ernte 2009

Wirkstoff (Handelsname)	Häufigkeit n = 6	ppm min-max.	ppm Höchst- menge	ppm US Toleranz	ppm Japan Toleranz
Azoxystrobin (Ortiva)	6	0,93–3,6	20	20	20
Dimethomorph (Forum)	6	0,21–6,7	50	60	60
Folpet (Folpan WDG)	3	0,047–1,7	150	120	120
Fosethyl (Aliette)	2	2,3–2,9	1500	45	1440
Kupferverbindungen	6	4,6–270	1000	ex.	ex.
Metalaxyl (Ridomil Gold Combi)	6	0,007–0,048	10+150	20+120	10+120
Triadimenol (Bayfidan)	1	0,10	10	-	5
Trifloxystrobin (Flint)	5	0,045–8,6	30	11	20

ex. = exempt

### 7.10.3 Zusammenfassung

In einem Jahr mit eher unterdurchschnittlichem Befallsdruck von Krankheiten und Schädlingen (Ausnahme Peronospora), sind auch die analysierten Rückstände von Pflanzenschutzmitteln auf einem sehr niedrigen Niveau. Die maximal erlaubten Rückstandswerte werden nur von wenigen Wirkstoffen zu einem Bruchteil erreicht; von der Mehrzahl der zugelassenen Wirkstoffe und von allen nicht zugelassenen Wirkstoffen wurden keine Rückstände festgestellt. Eine negative Auswirkung von Pflanzenschutzmitteln auf das Bier und die Verbraucher kann somit ausgeschlossen werden.

## 7.11 Kontrolle der Sortenechtheit

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

Sortenüberprüfungen für die Lebensmittelüberwachungsbehörden

(Landratsämter) 32

davon Beanstandungen 0

## 8 Veröffentlichungen und Fachinformationen

### 8.1 Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit

	Anzahl		Anzahl
Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge	45	Führungen	72
LfL-Schriften	3	Ausstellungen und Poster	8
Pressemitteilungen	1	Aus- und Fortbildung	20
Beiträge in Rundfunk und Fernsehen	4	Diplomarbeiten	1
Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare	14	Mitarbeit in Arbeitsgruppen	17
Vorträge	78	Ehrungen	2
Ausländische Gäste	246		

### 8.2 Veröffentlichungen

#### 8.2.1 Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge

##### Autor(en), Titel, Zeitschrift, Serie

Engelhard, B., Schlagenhauer, S. (2009): Prognosemodell als neue Entscheidungshilfe zur Bekämpfung des Echten Mehltaus (*Podosphaera macularis*) im Hopfen - Start in der Hallertau 2009. Hopfen-Rundschau 60: 77-82.

Engelhard, B., Schlagenhauer, S. (2009): A forecasting model for the control of powdery mildew (*Podosphaera macularis*) in hops (*Humulus lupulus*) under climatic conditions in the Hallertau. Proceedings of the Scientific Commission, International Hop Growers` Convention, Leon, Spain, ISSN 1814-2192, 75-77.

Fuß, S., Portner, J. (2009): Hallertauer Mittelfrüher: Erst rechnen – dann entscheiden! Hopfen Rundschau 60 (3), 54-56.

Johnson, D.A., Engelhard, B., Gent, D.H. (2009): Downy Mildew. In: Mahaffee, W.F., Pethybridge, S.J., Gent, D.H. (eds), Compendium of Hop Diseases and Pests: 18-22. APS Press, St. Paul.

Lutz, A., Kneidl, J., Kammhuber, K., Seigner, E. (2009): Herkules – the new Huell High Alpha Variety. Proceedings of the Scientific Commission, International Hop Growers` Convention, Leon, Spain, ISSN 1814-2192, 21.

Lutz, A., Kneidl, J., Seigner, E., Kammhuber, K. (2009): The right time to harvest optimal yield and quality. Proceedings of the Scientific Commission, International Hop Growers` Convention, Leon, Spain, ISSN 1814-2192, 116.

- Lutz, A., Seigner, E., Kneidl, J., Engelhard, B., Kammhuber, K. (2009): Erhaltungszüchtung der Sorte Hallertauer Tradition. Hopfenrundschaue Nr. 11, November 2009, 294-295.
- Lutz, A., Kammhuber, K., Kneidl, J., Petzina, C., Wyschkon, B. (2009): Bonitierung und Ergebnisse. Hopfenrundschaue Nr. 12, Dezember 2009, 317-320.
- Mahaffee, W., Engelhard, B., Gent, D.H., Grove, G.G. (2009): Powdery Mildew. In: Mahaffee, W.F., Pethybridge, S.J., Gent, D.H. (eds), Compendium of Hop Diseases and Pests: 25-31. APS Press, St. Paul.
- Mahaffee, W., Engelhard, B. (2009): Gray Mold. In: Mahaffee, W.F., Pethybridge, S.J., Gent, D.H. (eds), Compendium of Hop Diseases and Pests: 24-25. APS Press, St. Paul.
- Münsterer, J. (2009): Entwicklung und Erprobung einer neuartigen Messtechnik zur weiteren Optimierung der Trocknungsleistung. Hopfen Rundschaue 60 (5), 110-112.
- Niedermeier, E. (2009): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschaue 60 (5), 113.
- Niedermeier, E. (2009): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschaue 60 (6), 150.
- Niedermeier, E. (2009): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschaue 60 (7), 179.
- Niedermeier, E. (2009): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschaue 60 (8), 204.
- Niedermeier, E. (2009): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschaue 60 (9), 237.
- Niedermeier, E. (2009): Nach dem Sturm: Wie geht es weiter? Hopfenrundschaue International 2009, 28-31.
- Oberhollenzer, K., Seigner, E., Lutz, A., Eichmann, R., Hückelhoven, R. (2009): Powdery mildew on hops (*Humulus lupulus* L.): Histochemical studies and development of a transient transformation assay. Proceedings of the Scientific Commission, International Hop Growers` Convention, Leon, Spain, ISSN 1814-2192, 23-26.
- Portner, J. (2009): Aktuelle Hopfenbauhinweise. Hopfenbau-Ringfax Nr. 6; 7; 9; 10; 12; 13; 14; 15; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 32; 33; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 48; 49; 52.
- Portner, J. (2009): Erste  $N_{min}$ -Ergebnisse in Hopfen und anderen Ackerkulturen; Empfehlungen zur Stickstoffdüngung 2009! Hopfen Rundschaue 60 (3), 57.
- Portner, J. (2009): Gezielte Stickstoffdüngung des Hopfens nach DSN ( $N_{min}$ ). Hopfen Rundschaue 60 (3), 58.
- Portner, J. (2009): Nährstoffvergleich bis 31. März erstellen! Hopfen Rundschaue 60 (3), 59.
- Portner, J., Brummer, A. (2009):  $N_{min}$ -Untersuchung 2009. Hopfen Rundschaue 60 (5), 110.
- Portner, J. (2009): Peronosporabekämpfung – Planen Sie Ihren Mitteleinsatz. Hopfen Rundschaue 60 (6), 150-151.
- Portner, J. (2009): Kostenfreie Rücknahme von Pflanzenschutzverpackungen PAMIRA 2009. Hopfen Rundschaue 60 (8), 186.
- Portner, J. (2009): Näherungsmethode zur Ermittlung der Effizienz der Trocknungsleistung von Hordendarren bei Hopfen. Hopfen Rundschaue 60 (8), 202-203.
- Portner, J. (2009): Rebhäcksel bald möglichst ausbringen! Hopfen Rundschaue 60 (8), 204.
- Portner, J. (2009): Verbrennung nicht beernteter Hopfenreben im Hagelgebiet. Hopfen Rundschaue 60 (9), 237.
- Portner, J. (2009): Fachkritik zur Moosburger Hopfenschau 2009. Hopfen Rundschaue 60 (10), 254-258.
- Portner, J. (2009): Aktuelles zum Pflanzenschutz. Hopfenring-Information v. 04.08.2009, 1.
- Portner, J. (2009): Haus des Hopfens. Hopfenrundschaue International 2009, 65-66.
- Portner, J. (2009): Hinweise für Hopfenpflanzler zu Schlagkarteiauswertung, Fortbildungsveranstaltungen und KuLaP-Förderung. Hopfenring-Information v. 27.10.2009, 1-2.
- Schlagenhauer, S., Engelhard, B., Wolf, P.F.J. (2009): Sporenverteilung des Echten Mehltaus im Hopfen ausgehend von Infektionsherden und Abhängigkeit vom Vegetationsstadium. Gesunde Pflanzen 61: 31-37.
- 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. Proceedings of the Scientific Commission, International Hop Growers` Convention, Leon, Spain, ISSN 1814-2192, 72-74.

Seefelder, S., Seidenberger, R., Lutz, A., Seigner, E. (2009): Development of Molecular Markers Linked to Powdery Mildew Resistance Genes in Hop (*Humulus lupulus* L.) to Support Breeding for Resistance. Proceedings 32rd EBC Congress, Hamburg, 10.-14.05.2009.

Seefelder, S., Seigner, E., Niedermeier, E., Radišek, S., Javornik, B. (2009): Wilting disease in the Hallertauer hop region- Molecular characterisation of various *Verticillium* strains. Proceedings of the 10th International *Verticillium* Symposium, Corfu Island, Greece.

Seigner, E., Lutz, A., Oberhollenzer, K., Seidenberger, R., Seefelder, S., Felsenstein, F. (2009): Breeding of Hop Varieties for the Future. II International *Humulus* Symposium, ISHS, *Acta Horticulturae* 848, 49-57.

Seigner, E. (2009): Herbert Ehrmaier, Hopfenzüchter. In: Biographisches Lexikon zur Geschichte der Pflanzenzüchtung. Ergänzungsband (4. Folge). Gerhard Röbbelen (Hrsg.), 21-22.

Weihrauch, F. (2009): Damson-hop aphid. In: Mahaffee, W.F., Pethybridge, S.J., Gent, D.H. (eds), *Compendium of Hop Diseases and Pests*: 60-62. APS Press, St. Paul.

Weihrauch, F. (2009): Hop flea-beetle. In: Mahaffee, W.F., Pethybridge, S.J., Gent, D.H. (eds), *Compendium of Hop Diseases and Pests*: 63-64. APS Press, St. Paul.

Weihrauch, F. (2009): First steps towards a revised control threshold for the Damson-hop aphid *Phorodon humuli*. Proceedings of the Scientific Commission of the International Hop Growers' Convention, León, Spain, 21-25 June 2009: 82-85.

Weihrauch, F. (2009): Die Bibliographie des Arbeitskreises „Neuropteren“, Version 2.0. DGaaE-Nachrichten 23: 83.

Weihrauch, F., Fisher, G.C. (2009): Rosy rustic moth. In: Mahaffee, W.F., Pethybridge, S.J., Gent, D.H. (eds), *Compendium of Hop Diseases and Pests*: 66-67. APS Press, St. Paul.

Weihrauch, F., Gruppe, A. (2009): Die Neuropterida des Dürnbucher Forstes: Auf der Suche nach *Myrmeleon bore* in Bayern. DGaaE-Nachrichten 23: 84-85.

Weihrauch, F., Baumgartner, A., Felsl, M., Lutz, A. (2009): Aphid Tolerance of Different Hop Genotypes: First Attempts to Develop a Simple Biotest for Hop Breeding by the Use of *Phorodon humuli*. II International *Humulus* Symposium, ISHS, *Acta Horticulturae* 848: 125-129.

## 8.2.2 LfL-Schriften

Name	Arbeitsgruppe	LfL-Schriften	Titel
Engelhard, B., et al.	IPZ 5	LfL-Faltblatt	Hopfenkrankheiten, Schädlinge, Nichtparasitäre Schadbilder
Lutz, A., Kneidl, J., Seigner, E., Kammhuber, K.	IPZ 5c und 5d	LfL-Information	Hopfenqualität – Ernte zum richtigen Zeitpunkt
Portner, J.	IPZ 5a	Grünes Heft	Hopfen 2009

## 8.2.3 Pressemitteilungen

Autor(en), Arbeitsgruppe	Titel
Portner, J., IPZ 5a	Hallertauer Modell zum ressourcenschonenden Grundwasserschutz

## 8.2.4 Beiträge in Rundfunk und Fernsehen

Name /AG	Sendetag	Thema	Titel der Sendung	Sender
Engelhard, B., IPZ 5b	02.09.09	Prognosemodell für Echten Mehltau im Hopfen	teleschau	IN-TV
Engelhard, B., IPZ 5b	11.09.09	Pflanzenschutz im Hopfen	Abendschau	B3

Name /AG	Sendetag	Thema	Titel der Sendung	Sender
Portner, J., IPZ 5a	02.09.09	Interview zur Situation im Hagelgebiet		Radio Ingolstadt
Portner, J., IPZ 5a	17.09.09	Interview zur Hopfenschau in Moosburg		Regionalfernsehen Landshut

## 8.3 Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen

### 8.3.1 Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare

Veranstaltet durch	Datum /Ort	Thema	Teilnehmer(kreis)
Engelhard, B., Wick, Dr. M. (JKI)	04.-05.02.09	Internat. Treffen zur Harmonisierung der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln	IPZ, JKI, Verbände, Pflanzenschutzfirmen, Kollegen europ. Institute
Bioland	11.02.09	Ökologischer Hopfenbau	Hopfenpflanzer, IPZ 5a, IPZ 5b
BMELV	17.02.09	Pflanzenschutzfachgespräch	Verbände, Bundesbehörden, IPZ 5b
Portner, J.	02.03.09 Hüll	Besprechung „Grünes Heft“	Kollegen aus Hopfenforschungseinrichtung in D
Schätzl, J., Portner, J.	19.05.09; 03.06.09; 16.06.09; 30.06.09; 28.07.09 versch. Orte	Informationsaustausch	BayWa Mitarbeiter
Schätzl, J.	20.05.09; 03.06.09; 17.06.09; 01.07.09; 15.07.09; 29.07.09 versch. Orte	Erfahrungsaustausch und Schulung	Ringbetreuer und Ringfachberater
IPZ 5 - Seigner, E., Engelhard, B.; J.A. Magadan, S.A. Española de Fomento del Lúpulo	21.-25.06.09, León, Spanien	Tagung der Wissenschaftl. Kommission (WK) des Internationalen Hopfenbaubüros (IHB)	Hopfenwissenschaftler und Experten der Hopfen- und Brauindustrie, 51 TN
Münsterer, J.	08.07.09 Wolnzach	Workshop Bewässerung	12 Hopfenpflanzer
Portner, J.; Fuß, S.	31.08.09 Osseltshausen	Lehrfahrt zur Ernte des Hopfens im Hagelgebiet	120 Hopfenpflanzer
VdH	02.09.09	Pflanzenschutztagung	Bundesbehörd., Pflanzenschutzfirmen, Verbände
Portner, J.	15.09.09 Moosburg	Hopfenbonitierung für die Moosburger Hopfenschau	20 Mitglieder der Bonitierungskommission
Bayern Innovativ, IPZ 5	30.09.09	Hopfenforschungszentrum Hüll - Rahmenprogramm zum Kooperationsforum	Wissenschaftler, Firmen der Food-, Pharma- und Kosmetikindustrie

Veranstaltet durch	Datum /Ort	Thema	Teilnehmer(kreis)
Portner, J.	06.11.09 Wolnzach	Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie im Hopfenbau	Kollegen der LfL, ÄELF, Wasserberater und HVH
Portner, J.	14.12.09 Hüll	Pflanzenschutzapplikationstechnik im Hopfen	Kollegen der LfL (IPZ 5, IPS) und des LTZ (Stuttgart)

### 8.3.2 Vorträge

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum /Ort
IPZ 5	Engelhard, B.	Klimawandel auch in der Hallertau?	IGN	20.08.09 Niederlauterbach
IPZ 5	Niedermeier, E., Portner, J., Lutz, A., Seigner, E.	Hopfenanbau in der Hallertau	Hopfenrundfahrt, Busbegleitung TN 170	02.09.09 Au
IPZ 5	Portner, J., Seigner, E.	Bericht der Wiss. Kommission des IHGC in Leon (Spanien)	52. IHGC- Kongress/ 150 intern. Gäste	04.08.2009 Straßburg (Frankreich)
IPZ 5a	Fuß, S.	Sensortechnik im Hopfenbau	15 Hopfenpflanzer	11.02.2009 Kloster Plankstetten
IPZ 5a	Fuß, S.	Anforderungen an die Pflanzenschutzgerätetechnik und PSM-Anwendung	LfL u. ÄELF 205 Hopfenpflanzer	12.-17.02.2009 4 Orte
IPZ 5a	Fuß, S.	Büroorganisation im Hopfenbau	20/30 Hopfenpflanzer	29.10/12.11 Wolnzach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Energieeinsparung bei der Hopfentrocknung	IGN-Niederlauterb./ 50 Hopfenpflanzer	04.03.2009 Niederlauterb.
IPZ 5a	Münsterer, J.	Bewässerungsversuche im Hopfenbau	LfL / 30 TN des Agroklimaprojekts	09.03.2009 Freising
IPZ 5a	Münsterer, J.	Auswertung Hopfenschlagkartei	Hopfenring u. LfL 40 Hopfenpflanzer	18.03.2009 Niederlauterb.
IPZ 5a	Münsterer, J.	Auswertung Hopfenschlagkartei	Hopfenring u. LfL 25 Hopfenpflanzer	19.03.2009 Wolnzach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Schulung Hopfenschlagkartei	8 Hopfenpflanzer	28.05.2009 Wolnzach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Möglichkeiten der Energieeinsparung bei der Hopfentrocknung	HR/ ISO – Betriebe 18 Hopfenpflanzer	06.08.2009 Niederlauterb.
IPZ 5a	Münsterer, J.	Bewässerungsversuche 2009	LfL / 14 TN des Agroklimaprojekts	26.10.2009 Wolnzach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Neue Erkenntnisse bei der Hopfentrocknung	Hopfenring, ISO-Betriebe , 70 Hopfenpflanzer	08.12.2009 Aiglsbach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Aktueller Pflanzenschutz	IGN 28 TN	20.05.2009 Niederlauterb.
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Maßnahmen nach Hagelschlag	HVH ca. 280 TN	29.05.2009 Mainburg

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum /Ort
IPZ 5a	Portner, J.	Rebenhäckselvegärung – Rückführung der Gärreststoffe in die Hopfengärten	Ring junger Hopfenpflanzer 280 Hopfenpflanzer	12.01.2009 Niederlauterb.
IPZ 5a	Portner, J.	Auswertung zu Trocknungsleistung und Energieverbrauch	IPZ 5a / 10 Hopfenpflanzer (Arbeitskreis)	13.01.2009 Haunsbach
IPZ 5a	Portner, J.	Anforderungen an die Pflanzenschutzgerätetechnik und PSM-Anwendung	BayWa 20 Mitarbeiter	02.02.2009 Mainburg
IPZ 5a	Portner, J.	Anforderungen an die Pflanzenschutzgerätetechnik und PSM-Anwendung	Beiselen GmbH 15 TN von Landhandelsfirmen	06.02.2009 Mainburg
IPZ 5a	Portner, J.	Anforderungen an die Pflanzenschutzgerätetechnik und PSM-Anwendung	LfL u. ÄELF 320 Hopfenpflanzer	09.-17.02.2009 5 Orte
IPZ 5a	Portner, J.	Auswertung Produktionskosten im Hopfenbau	IPZ 5a 10 Hopfenpflanzer (Arbeitskreis)	18.02.2009 Haunsbach
IPZ 5a	Portner, J.	Sachgerechte Düngung im Hopfenbau	Landwirtschaftskammer Oberösterreich 35 TN	19.02.2009 Neudorf bei Haslach a.d. Mühl (Österr.)
IPZ 5a	Portner, J.	Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratauswaschung im Hopfenanbau	LRA KEH (VÖF) 80 geladene Gäste	23.03.2009 Ratzenhofen
IPZ 5a	Portner, J.	Stand der Arbeiten zur Hopfenbewässerung als wesentlicher Faktor zur Liefersicherheit	GfH – TWA 30 Ausschussmitglieder	31.03.2009 Wolnzach
IPZ 5a	Portner, J.	Prognoseschulung, Aktuelles zum Pflanzenschutz	AELF Roth / 60 Hopfenpflanzer	27.05.2009 Spalt
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles zum Pflanzenschutz	Hopfenring u. LfL 35 Hopfenpflanzer	08.07.2009 Lobsing
IPZ 5a	Portner, J.	Entwicklung eines Gerätes zur vollautomatischen Drahtaufhängung im Hopfenbau	52. IHGC- Kongress/ 150 intern. Gäste	03.08.2009 Straßburg (Frankreich)
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelle Situation und Erntezeitpunkt bei Hallertauer Mittelfrüher	Hopfenring 80 TN	11.08.2009 Landersdorf
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelle Situation und Erntezeitpunkt bei Hallertauer Mittelfrüher	Hopfenring 40 TN	12.08.2009 Unterpindhart
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelle Situation und Erntezeitpunkt	Ring junger Hopfenpflanzer / 80 TN	13.08.2009 Niederlauterb.
IPZ 5a	Portner, J.	Fachkritik Hopfen 2009	Stadt Moosburg 150 Gäste	17.09.2009 Moosburg
IPZ 5a	Portner, J.	Haus des Hopfens und Bedeutung des Hopfenbaus	LfL, IAB 1a/ 20 Kollegen u. Gäste	26.10.2009 Wolnzach
IPZ 5a	Portner, J.	Costs involved in Hop Production	HVG/ Brauerei Diageo	03.12.2009 Wolnzach

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum /Ort
IPZ 5a	Schätzl, J.	Rückblick, Aktuelle PS-Situation 2009, Peronosporawarndienst	Hopfenring u. LfL 25 Hopfenpflanze	19.03.2009 Wolnzach
IPZ 5a	Schätzl, J.	Totalausfall Ernte 2009 durch Hagelschlag? Maßnahmen zur Regeneration der Bestände!	BBV/ HVH 90 Hopfenpflanze	10.06.2009 Osseltshausen
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aufgaben der LfL, Organisation der Hopfenwirtschaft	LfL / 44 Mitarbeiter v. AELF - ED	24.06.2009 Wolnzach
IPZ 5a	Schätzl, J.	Peronospora-Warndienst im Hopfenbau	LfL / 8 Lebensmittelkontrolleure	23.07.2009 Wolnzach
IPZ 5a	Schätzl, J.	Ringbetreuerschulung – Jahresrückblick 2009	Hopfenring 11 Ringbetreuer	07.12.2009 Wolnzach
IPZ 5b	Engelhard, B.	Dauerprobleme im Hopfen - Drahtwurm - Liebstöckelrüssler - Erdflöhen	VdH	02.09.09 Au
IPZ 5b	Engelhard, B. Schlagenhauser, S.	Neueste Erkenntnisse zur Biologie und Befall mit Echtem Mehltau	BayWa	02.02.09 Mainburg
IPZ 5b	Engelhard, B. Schlagenhauser, S.	Neueste Erkenntnisse zur Biologie und Befall mit Echtem Mehltau	Beiselen/BSL	06.02.09 Mainburg
IPZ 5b	Engelhard, B. Schlagenhauser, S.	Neueste Erkenntnisse zur Biologie und Befall mit Echtem Mehltau	IPZ 5/ÄLF	09.-17.02.09 9 Orte
IPZ 5b	Engelhard, B. Schlagenhauser, S.	A forecasting model for the control of powdery mildew ( <i>Podosphaera macularis</i> ) in hops ( <i>Humulus lupulus</i> ) under climatic conditions in the Hallertau	IHGC, Scientific Commission 43 TN	23.06.09 León (Spanien)
IPZ 5b	Schwarz, J.	Aktueller Stand der Kupferreduktion durch neue Kupferformulierungen	Bioland-AK Hopfen 26 TN	11.02.09 Plankstetten
IPZ 5b	Schwarz, J.	Erarbeitung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen den Luzernerüssler <i>Otiorhynchus ligustici</i> im Hopfenbau	3. BLE-Koordinationsstreffen; 31 TN	02.12.09 Bad Kreuznach
IPZ 5b	Schwarz, J. Wehrauch, F. Engelhard, B.	Zulassungssituation für Pflanzenschutzmittel im Hopfen 2009	BayWa	02.02.09 Mainburg
IPZ 5b	Schwarz, J. Wehrauch, F. Engelhard, B.	Zulassungssituation für Pflanzenschutzmittel im Hopfen 2009	Beiselen/BSL	06.02.09 Mainburg
IPZ 5b	Schwarz, J. Wehrauch, F. Engelhard, B.	Zulassungssituation für Pflanzenschutzmittel im Hopfen 2009	IPZ 5/ÄLF	09.-17.02.09 9 Orte
IPZ 5b	Wehrauch, F.	Wo sind die Blattläuse 2008 geblieben? Vorstellung eines laufenden Forschungsprojekts zur Blattlausbekämpfung	Bioland-AK Hopfen 26 TN	11.02.09 Plankstetten
IPZ 5b	Wehrauch, F.	Die Neuropterida des Dürnbucher Forstes: Auf der Suche nach <i>Myrmeleon bore</i> in Bayern	AK 'Neuropteren' der DgaaE /15 TN	25.04.09 Schwanberg, Rödelsee

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum /Ort
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Die Bibliographie des Arbeitskreises „Neuropteren“, Version 2.0	AK 'Neuropteren' der DgaaE /15 TN	25.04.09 Schwanberg, Rödelsee
IPZ 5b	Weihrauch, F.	First steps towards a revised control threshold for the damson-hop aphid <i>Phorodon humuli</i>	IHGC, Scientific Commission /43 TN	23.06.09 León (Spanien)
IPZ 5b	Weihrauch, F. Engelhard, B.	Stehen in Zukunft noch ausreichend zugelassene Pflanzenschutzmittel zur Verfügung?	ÄLF Abensberg, Landshut /ca. 140 TN	28.01.09 Elsendorf
IPZ 5c	Lutz, A.	Qualitätshopfen - Entscheidungskriterien	Vorbereitungstreffen - Promotiontour Microbreweries in den USA durch den Verband Deutscher Hopfenpflanzer 6 TN	24.03.09 Mainburg
IPZ 5c	Lutz, A.	Der Einfluss des Erntezeitpunktes auf die innere und äußere Qualität des Hopfens am Beispiel der Ernte 2008	Techn.-Wissenschaftl. Ausschuss (TWA) der GfH; 35 TN	31.03.09 Wolnzach
IPZ 5c	Lutz, A.	Hopfenqualität – Ernte zum richtigen Zeitpunkt	Spalter Rohstofftag, 100 TN	20.10.09 Spalt
IPZ 5c	Lutz, A.	Hopfenzüchtung – Doldenbonitur	Alt-Weihenstephaner Brauerbund, ca. 25 TN	03.11.09 Freising
IPZ 5c	Lutz, A.	Herkules – Fluch oder Segen	Herbsttagung der Hopfenpflanzer des Anbaugebietes Elbe-Saale, 45 TN	25.11.09 Leipzig
IPZ 5c	Lutz, A.	Hopfenqualität- Ernte zum richtigen Zeitpunkt	15. Arbeitszirkel für die ISO-Betriebe, 55 TN	08.12.09 Aiglsbach
IPZ 5c	Oberhollenzer, K.	Powdery Mildew on Hops ( <i>Humulus lupulus</i> L.): Histochemical studies and development of a transient transformation assay	Wissenschaftl. Kommission (WK) des Internationalen Hopfenbaubüros (IHB), 43 TN	22.06.09 Leon, Spanien
IPZ 5c	Oberhollenzer, K.	Powdery Mildew on Hops ( <i>Humulus lupulus</i> L.): Histochemical studies and development of a transient transformation assay	Doktorandenseminar, WZW-TU, Prof. Hückelhoven, 25 TN	30.11.2009 Freising
IPZ 5c	Oberhollenzer, K.	Echter Mehltau an Hopfen ( <i>Humulus lupulus</i> L.): Mikroskopische Untersuchungen und Identifizierung von „Resistenzgenen“	Sitzung des Aufsichtsrates der HVG e.G., 25 TN	10.12.2009 Wolnzach
IPZ 5c	Seefelder, S.	Gibt es neue <i>Verticillium</i> -Rassen (Hopfenwelke) in der Hallertau?	Techn.-Wissenschaftl. Ausschuss- (TWA) der GfH; 35 TN	31.03.09 Wolnzach

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum /Ort
IPZ 5c	Seefelder, S.	Development of molecular markers linked to powdery mildew resistance genes in hops to support breeding for resistance	EBC Kongress, ca. 650 TN	11.05.09 Hamburg
IPZ 5c	Seefelder, S.	Association mapping – a new tool for advanced hop breeding	European Hop Research Council, 5 TN	11.05.09 Hamburg
IPZ 5c	Seefelder, S.	Genotyping of Verticillium pathotypes in the Hallertau - basis finding to assess the risk of Verticillium infections	Wissenschaftl. Kommission (WK), IHB, 43 TN	23.06.09 Leon, Spanien
IPZ 5c	Seefelder, S.	Genotypisierung von Verticillium bei Hopfen in Deutschland – Grundlagen zur Risikoeinschätzung	HVG Aufsichtsratsitzung, ca. 25 TN	12.10.09 Wolnzach
IPZ 5c	Seefelder, S.	Genotypisierung von Verticillium bei Hopfen in Deutschland – Grundlagen zur Risikoeinschätzung	15. Arbeitszirkel für die ISO-Betriebe, 55 TN	08.12.09 Aiglsbach
IPZ 5c	Seigner, E.	Hopfenforschung Hüll – Forschung und Expertise für die Brau- und Hopfenwirtschaft	Fraunhofer-Institut f. Verfahrenstechnik und Verpackung, Freising, 8 TN	18.02.09 Freising
IPZ 5c	Seigner, E.	Herkules – the new Hüll high alpha variety	WK, IHB, 43 TN	22.06.09 Leon, Spanien
IPZ 5c	Seigner, E.	The right time to harvest optimal yield and quality;	WK, IHB	24.06.09 Leon, Spanien
IPZ 5c	Seigner, E.	Tagung der Wiss. Kommission des IHB in Spanien	Dienstbesprechung des Bereiches Hopfen, 45 TN	08.07.09 Hüll
IPZ 5c	Seigner, E.	Mehltauisolate und deren Einsatz in der Mehлтаuresistenzzüchtung bei Hopfen	Wissenschaftl. Station für Brauerei in München, ca. 70 TN	29.06.09 München
IPZ 5c	Seigner, E.	Hop stunt viroid infections on hops – monitoring of HSVd in Germany	Advisory Board Meeting, Gesell. für Hopfenforschung, 22 TN	16.09.09 München
IPZ 5c	Seigner, E.	Hop stunt viroid Monitoring von Hopfen in Deutschland	Sitzung des Aufsichtsrates der HVG	10.12.2009 Wolnzach
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Die Bedeutung der Hopfeninhaltsstoffe für das Bierbrauen und die Gesundheit	Fraunhofer-Institut Freising, 8 TN	18.02.09 Freising
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Erste Erfahrungen mit der UHPLC in der Hopfenanalytik	Techn.-Wissenschaftl. Ausschuss der GfH, 35 TN	31.3.09 Wolnzach

### 8.3.3 Führungen

(AG = Arbeitsgruppe; TZ= Teilnehmerzahl)

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5	Engelhard, B.	04.05.09	Hopfenforschung	GF Doemens	1
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K. Schwarz, J.	13.05.09	Hopfenforschung, Hopfenproduktion	Grundschul-Lehrer Lkrs. Pfaffenhofen	12
IPZ 5	Engelhard, B.	20.05.09	Hopfenforschung, Hopfenproduktion	Gymnasium Augsburg, 11. Klasse	60
IPZ 5	Engelhard, B. Seigner, E.	04.06.09	Hopfenforschungs- zentrum Hüll	Prof. Becker, Dr. Krotten thaler, Dr. Gastl, TUM-LS Brau- und Getränketechnologie	3
IPZ 5	Engelhard, B.	15.06.09	Hopfenforschung, Hopfenproduktion	Behördenleiter Pfaffenhofen	30
IPZ 5	Engelhard, B.	17.06.09	Hopfenforschung, Hopfenproduktion	Ökolandbau-Institut der TUM	17
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K.	14.07.09	Hopfenforschung	KG „Öffentlichkeitsarbeit“ der LfL	12
IPZ 5	Engelhard, B.	16.07.09	Organisation der Hopfenforschung	Bayern Innovativ	7
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K.	20.07.09	Hopfenforschung	AB-InBev	4
IPZ 5	Engelhard, B.	21.07.09	Hopfenproduktion für den Weltmarkt	Gymnasium Traunstein	32
IPZ 5	Engelhard, B. Seigner, E. Kammhuber, K. Lutz, A.	21.07.09	Hopfenforschung für die Brauwirtschaft	TUM-Studenten der Brautechnologie, Dr. habil. Krottenthaler	28
IPZ 5	Engelhard, B.	24.07.09	Hopfenproduktion für den Weltmarkt	Gymnasium Wolnzach	26
IPZ 5	Engelhard, B. Fuß, S. Weihrauch, F.	07.08.09	Versuchsrundfahrt	VLF Landshut	15
IPZ 5	Engelhard, B. Schätzl, J. Weihrauch, F.	13.08.09	Versuchsrundfahrt	VLF Freising, Moosburg, Hopfenpflanzer Lkr. FS	39
IPZ 5	Engelhard, B. Portner, J. Weihrauch, F.	14.08.09	Versuchsrundfahrt	VLF Kelheim	40
IPZ 5	Engelhard, B.	28.08.09	Besichtigung des Hopfenforschungs- zentrums	Hopfenwochen	45
IPZ 5	Engelhard, B. Schlagenhauser, S.	02.09.09	Mehltauprognose	Hopfenrundfahrt	170
IPZ 5	Portner, J. Niedermeier, E. Lutz, A. Seigner, E.	02.09.09	Hopfenrundfahrt (Busführung)	Gäste des Landkr. Freising und des Hopfenpflanzerverbands	150

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K. Lutz, A.	04.09.09	Hopfenzüchtung und Analytik	Uni Aarhus (DK)	4
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K.	10.09.09	Hopfenforschungszentrum Hüll	IFI der LfL	4
IPZ 5	Engelhard, B.	15.09.09	Hopfenbau und Hopfenforschung	Fa. Stähler	25
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K. Seigner, E.	17.09.09	Hopfenforschung in Hüll/Wolnzach	Dr. Gabler, StMELF	1
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K. Lutz, A. Seigner, E.	18.09.09	Hop research at Hüll	Führungskräfte SAB-Miller-Coors, HVG	35
IPZ 5	Seigner, E.	20.09.09	Hop research at Hüll	AB-Inbev, Dr. Buholzer	45
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K. Lutz, A.	21.09.09	Hopfenforschung für die Brauwirtschaft	Forschungsabteilungsleiter der Brauerei Schincariol (BRA)	1
IPZ 5	Seigner, E.	27.09.09	Hop research at Hüll	AB-Inbev, Dr. Buholzer	48
IPZ 5	Doleschel, P. Engelhard, B. Kammhuber, K. Seigner, E.	30.09.09	Hopfenforschungszentrum Hüll	Bayern Innovativ, Teilnehmer Symposium ‚Funktionelle Pflanzeninhaltsstoffe‘	65
IPZ 5	Engelhard, B.	01.10.09	Hopfenforschungszentrum Hüll	Referentin für Hopfen, Ministerium BW	1
IPZ 5	Engelhard, B., Lutz, A.	05.10.09	Hop research at Hüll	AB-Inbev, russische Delegation	21
IPZ 5	Engelhard, B.	07.10.09	Hopfenforschungszentrum Hüll	Stellvertr. Landrat Rothmeier (Lkrs. PAF)	1
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K. Lutz, A. Seigner, E.,	03.12.09	Hopfenforschung in Hüll	Führungskräfte DIAGEO, Guinnessbrauerei, Irland; HVG, Hopfenpflanzerverband	20
IPZ 5a	Schätzl, J.	20.05.09	Aktuelles zum Pflanzenschutz und zur Düngung	Hopfenpflanzler Au, Abens	16
IPZ 5a	Portner, J.	26.05.09	Haus des Hopfens	Studierende der LS Kloppenburg	23
IPZ 5a	Niedermeier, E.	01.07.09	Verticillium-Welke: Flächenbesichtigung, Ursachen, Maßnahmen	IGN (Interessengemeinschaft Qualitätshopfen Niederlauterbach)	32
IPZ 5a	Niedermeier, E.	06.07.09	Flurbegehung: aktuelle Pflanzenbau- und Pflanzenschutzmaßnahmen	Hopfenring in Eichelberg	37
IPZ 5a	Münsterer, J.	10.07.09	Aktuelle Situation bei Krankheiten und Schädlingen, Empfehlungen	Hopfenpflanzler Ringgruppe	35

<b>AG</b>	<b>Name</b>	<b>Datum</b>	<b>Thema/Titel</b>	<b>Gastinstitution</b>	<b>TZ</b>
IPZ 5a	Fuß, S.	13.07.09	Aktuelle Situation bei Krankheiten und Schädlingen, Empfehlungen	Hopfenpflanzer, Herrenau u. Umgebung	24
IPZ 5a	Fuß, S.	13.07.09	Aktuelle Situation bei Krankheiten und Schädlingen, Empfehlungen	Hopfenpflanzer, Straßberg u. Umgebung	15
IPZ 5a	Schätzl, J.	13.07.09	Aktuelle Situation bei Krankheiten und Schädlingen, Empfehlungen	Hopfenpflanzer, Margaretenthann u. Umgebung	14
IPZ 5a	Schätzl, J.	14.07.09	Aktueller Pflanzenschutz und Bestandskontrollen	Hopfenpflanzer Hersbruck in Iggenbach	15
IPZ 5a	Schätzl, J.	16.07.09	Aktueller Pflanzenschutz u. Bestandskontrollen	Hopfenpflanzer, Abnehmer, Handel, Osseltshausen	68
IPZ 5a	Niedermeier, E.	17.07.09	Flurbegehung: aktuelle Pflanzenbau- und -schutzmaßnahmen	Hopfenring in Kirchdorf	4
IPZ 5a	Schätzl, J.	17.07.09	Aktuelle Situation bei Krankheiten u. Schädlingen	Hopfenpflanzer, Handel in Spalt	40
IPZ 5a	Münsterer, J.	22.07.09	Einblick in die Hopfenforschung	Landratsamt Freising	9
IPZ 5a	Schätzl, J.	22.07.09	Aktuelles zum Pflanzenschutz in Hagel geschädigten Gärten	LfL, HR, Hopfenpflanzer, Gemeinde Au, in Hirnkirchen	14
IPZ 5a	Niedermeier, E.	29.07.09	Flurbegehung: aktuelle Pflanzenbau- und Pflanzenschutzmaßnahmen	BBV-Obmännerbereiche im Gemeindebereich Geisenfeld. Ort: Ilmendorf	41
IPZ 5a	Niedermeier, E.	04.08.09	Flurbegehung: aktuelle Pflanzenbau- und Pflanzenschutzmaßnahmen	Hopfenpflanzer Wolnzach	18
IPZ 5a	Niedermeier, E.	05.08.09	Flurbegehung: aktuelle Pflanzenbau- und Pflanzenschutzmaßnahmen	Hopfenpflanzer Eschelbach	11
IPZ 5a	Fuß, S.	13.08.09	Versuchsrundfahrt	Ring junger Hopfenpflanzer	80
IPZ 5a	Portner, J.	20.08.09	Hopfenrundfahrt	Gäste der IGN	55
IPZ 5a	Münsterer, J.	03.09.09	Bewässerungsversuche im Hopfen	WWA München/Freising	35
IPZ 5b	Schwarz, J.	30.07.09	Aktuelle Versuchsergebnisse im Öko-Hopfenbau	Bioland-AK Hopfen, Sommerexkursion	20
IPZ 5b	Weihrauch, F.	30.07.09	Spinnmilbenbekämpfung im Hopfen	Fa. Stähler und Nichino (JP)	4

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5b	Weihrauch, F.	05.08.09	Ökologischer Hopfenbau	Hopfenforschung Žatec (CZ)	3
IPZ 5c	Lutz, A.	16.03.09	Hopfenforschungszentrum Hüll – Schwerpunkt Züchtung	HVG, Herr Seidl, Hr. Taichi Maruhashi, Suntory	2
IPZ 5c	Lutz, A.	28.04.09	Growth of hops on low trellis systems	Univ. Prag, Prof. Rybka, Hopfenpflanzer und Landmaschinenhändler, Tschech. Rep.	8
IPZ 5c	Lutz, A.	20.05.09	Growth of hops on low trellis systems	Hopfenforschungsinstitut Zatec, Tschech. Republik	6
IPZ 5c	Seigner, E.	03.06.09	Hopfenforschungszentrum Hüll	Delegation aus d. Ukraine	7
IPZ 5c	Seigner, E.	04.06.09	Hopfenforschung in Hüll	Frau Pockrandt, Übersetzerin des Hopfenjahresberichts	2
IPZ 5c	Seefelder, S.	19.06.09	Genomanalyse Hopfen	CSU Ortsverband Rottenburg a.d. Laaber	15
IPZ 5c	Lutz, A.	31.07.09	Hopfenforschungszentrum Hüll – Schwerpunkt Züchtung	Landwirt. Schüler, Pfaffenhofen	8
IPZ 5c	Lutz, A.	06.08.09	Hop Research Center Huell hop varieties, low trellis systems	Nuffield, Australien; Barth	2
IPZ 5c	Lutz, A.	17.08.09	Hopfenqualität, Sorten, Erntezeitpunkt	Hopfenring	35
IPZ 5c	Lutz, A.	19.08.09	Hopfenqualität, Hopfenzüchtung, Niedrigerüsthopfen	Pflanzer – Mitglieder der Gesell. f. Hopfenforschung	18
IPZ 5c	Lutz, A.	25.08.09	Hopfensorten und Zuchtlinien	Joh. Barth & Sohn	4
IPZ 5c	Seigner, E.	25.08.09	Hop Research Center Hüll – hop cultivars and quality	Kirin Brewery, Mitsubishi, Japan; Dr. Pichlmaier, HVG	7
IPZ 5c	Seigner, E.	26.08.09	Hop Research Center Hüll – hop quality	AB-InBev, Frau Vanthuynne, Dr. Buholzer	2
IPZ 5c	Lutz, A.	27.08.09	Hopfensorten und Zuchtlinien	Firma Bauer (Tee), Herr Krafka	1
IPZ 5c	Seigner, E.	27.08.09	Hopfenforschungszentrum Hüll	Eventconcepts und AB-InBev, Dr. Buholzer	3
IPZ 5c	Seigner, E.	15.09.09	Hop research at Hüll – brewing quality	Braumeister von AB-InBev, Dr. Buholzer	12
IPZ 5c	Lutz, A.	17.09.09	Hopfenbonitur, Erntezeit und Hopfenqualität	Agrarausschuss des Deutschen Brauerbundes	25
IPZ 5d	Kammhuber, K.	22.07.09	Hopfenanalytik	Mitarbeiter von Landratsämtern (Lebensmittelüberwachung)	8

### 8.3.4 Ausstellungen und Poster

(AG = Arbeitsgruppe)

Name der Ausstellung	Ausstellungsobjekte/-projekte bzw. Themen /Poster	Veranstalter	Ausstellungsdauer	AG
Tag der offenen Tür – 50 Jahre Haus des Hopfens	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Peronosporawarndienst (Objekte und Poster)</li> <li>– Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge im Hopfen (Objekte und Poster)</li> <li>– Sensorgesteuerte Einzelpflanzenbehandlung (Gerät und Poster)</li> <li>– Trocknung und Konditionierung (Poster)</li> <li>– Bewässerung (Modell und Poster)</li> <li>– Niedrigergerüstanlage (Modell)</li> <li>– Automatische Drahtaufhängung (Modell, Präsentation und Poster)</li> <li>– Modifiziertes Sprühgerät (Prototyp)</li> </ul>	LfL, HVG, HR, HVH	21.06.2009	IPZ 5a
Agritechnica	Gerät zur vollautomatischen Drahtaufhängung im Hopfenbau (Poster)		10.11.-14.11.09	IPZ 5a u. ILT
Hopfenrundfahrt	Entwicklung eines innovativen Prognose-Modells zur Bekämpfung des Echten Mehltau im Hopfen	Lkrs. Freising, Verband deutscher Hopfenpflanzer e.V.	02.09.09	IPZ 5b
Funktionelle Pflanzeninhaltsstoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vielfalt der Inhaltsstoffe bei den Hüller Sorten, Zuchtlinien und Wildhopfen</li> <li>– Züchtung ermöglicht die Anpassung der Hopfeninhaltsstoffe an verschiedene Anforderungen</li> </ul>	Bayern Innovativ	01.10.09	IPZ 5c
10th Intern. Verticillium Symposium	Wilting disease in the Hallertauer hop region- Molecular characterisation of various Verticillium strains	Agricultural University of Athens, Griechenland	16-20.11.09 Corfu, Griechenland	IPZ 5c
Tagung der Wissenschaftl. Kommission (WK) des Internat. Hopfenbaubüros (IHB)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Herkules - the new Hüll high alpha cultivar</li> <li>– The right time to harvest optimal yield and quality</li> </ul>	Wissenschaftliche Kommission, León, Spanien	21.06.-25.06.09	IPZ 5c und IPZ5d
Funktionelle Pflanzeninhaltsstoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Die Inhaltsstoffe des Hopfens</li> <li>– Hopfen ist nicht nur unverzichtbar für das Bierbrauen, sondern auch eine Arzneipflanze</li> </ul>	Bayern Innovativ	01.10.09	IPZ 5d
Tag der offenen Tür in Freising	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Die Inhaltsstoffe des Hopfens</li> <li>– Hopfen ist nicht nur unverzichtbar für das Bierbrauen, sondern auch eine Arzneipflanze</li> <li>– Markergestützte Differenzierung von Verticillium Pathotypen</li> <li>– Entwicklung molekularer Marker für Mehltauresistenz</li> <li>– Genetische Verwandtschaft der Hüller Hopfensammlung</li> <li>– Vorteile der Genomanalyse in der Hopfenzüchtung</li> </ul>	LfL	28.06.09	IPZ 5d  IPZ 5c

## 8.4 Aus- und Fortbildung

(organisiert /durchgeführt)

Name, Arbeitsgruppe	Thema	Teilnehmer
Portner, J., IPZ 5a	Peronospora	7 Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Botrytis u. Echter Mehltau	7 Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Hopfenwelke	7 Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Sonst. Krankheiten, Virose, Viroide	7 Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Minderschädlinge, Liebstöckelrüssler, Hopfenblattlaus	7 Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Gemeine Spinnmilbe	7 Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Bewässerung	9 Studierende des 1. und 3. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Hopfentrocknung	13 Studierende des 3. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Konditionierung, Niedrigergerüstanlage	13 Studierende des 3. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Betreuung und Bewertung von Arbeitsprojekten im Hopfenbau im Rahmen der Meisterprüfung	1 Meisteranwärter
Portner, J., IPZ 5a	Anbau, Düngung, Pflanzenschutz und Vermarktung von Hopfen (4 Abende)	14 BiLa-Teilnehmer
Schätzl, J., IPZ 5a	Krankheiten und Schädlinge, aktueller Pflanzenschutz, Warndienst	7 Studierende des 2. Sem. der LS Pfaffenhofen
Schätzl, J., IPZ 5a	Abschlussprüfung (Hopfenbau) im Ausbildungsberuf Landwirt in Thalhausen	Prüflinge vom Lkrs. FS (Schwerpunkt Hopfenbau)
Schätzl, J., Fuß, S., Münsterer, J., alle IPZ 5a	Abschlussprüfung (Hopfenbau) im Ausbildungsberuf Landwirt in Attenhofen	Prüflinge von Lkrs. KEH und FS
Oberhollenzer, K., IPZ 5c	Hopfen-Biotechnologie	F. Daniel, Studium Biologie, TUM-Weihenstephan
Oberhollenzer, K., IPZ 5c	Biotechnologie bei Hopfen	J. Rossbauer, Studium Bioingenieurwesen“, Hochschule für angewandte Wissenschaften, München
Seefelder, S., IPZ 5c	Genomanalyse Hopfen, Heil- und Gewürzpflanzen, Futtergräser	J. Tank, ATA-Ausbildung Landsberg
Seefelder, S., IPZ 5c	Verticillium bei Hopfen	A. de Roy, Studium Biotechnologie
Seefelder, S., IPZ 5c	Genomanalyse Hopfen	Beverly A. Joseph, Informationsaustausch
Seefelder, S., IPZ 5c	Genomanalyse Hopfen	Carolyn Püschel, Ausbildung Biol. Laborantin

## 8.5 Diplomarbeiten

Abgeschlossene Diplomarbeiten 2009

AG	Name	Thema/Titel Diplomarbeit	Zeitraum	Betreuer an der LfL, Zusammenarbeit
IPZ 5c	Bergmaier, Michael	Ertragsaufbau unterschiedlicher Hopfensorten	Aug. 2007 - Okt. 2009	A. Lutz B. Engelhard FH Weihenstephan Prof. Dr. Ebertseder

## 8.6 Mitarbeit in Arbeitsgruppen, Mitgliedschaften

Name	Mitgliedschaften
Fuß, S.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied im Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Landshut</li> </ul>
Kammhuber, K.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied des Analysen-Komitees der European Brewery Convention (Hopfen-Sub-Komitee)</li> <li>• Mitglied der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA)</li> </ul>
Münsterer, J.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied im Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Landshut</li> <li>• Mitglied des Bewertungsausschusses für Investitionen im Hopfenbau im Rahmen des EIF am AELF Landshut</li> </ul>
Portner, J.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied des Fachbeirates Geräte-Anerkennungsverfahren für die Bewertung von Pflanzenschutzgeräten und der Fachreferenten für Anwendungstechnik beim JKI</li> <li>• Mitglied (Stellvertreter) des Meisterprüfungsausschusses Niederbayern und Oberbayern-Ost für den Ausbildungsberuf Landwirt</li> </ul>
Schätzl, J.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied im Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Landshut</li> <li>• Mitglied im Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Region Erding und Freising</li> </ul>
Seefelder, S.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied der KG-Öffentlichkeitsarbeit der LfL</li> </ul>
Seigner, E.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorsitzende (seit Juni 2009) und Sekretärin der Wissenschaftlichen Kommission des Internationalen Hopfenbaubüros</li> <li>• Mitglied des Editorial Board von „Hop Bulletin“, Institute of Hop Research and Brewing, Žalec, Slovenia</li> </ul>
Wehrauch, F.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftleitender Vorstand der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen e.V.</li> <li>• Herausgeber der Zeitschrift "Libellula"</li> <li>• Arbeitskreis Neuropteren der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie (DgaaE) - Führung der Bibliographie</li> <li>• Fachreferent für Makrozoobenthos an der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)</li> <li>• Mitglied Rote-Liste-Arbeitsgruppen der Libellen und der Netzflügler Bayerns</li> </ul>

## 8.7 Ehrungen

### 8.7.1 Dienstjubiläen

Anton Lutz, IPZ 5c, 25-jähriges Dienstjubiläum, 01.10.2009

Elisabeth Seigner, IPZ 5c, 25-jähriges Dienstjubiläum, 01.11.2009

## 9 Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben

AG Projektleitung	Projekt	Laufzeit	Kostenträger	Kooperation
<a href="#">IPZ 5a</a> J. Portner	Automatische Erntemengenerfassung und Ertragskartierung bei Hopfen	2008-2011	<a href="#">Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG</a>	Rottmeier, Erding; geo-konzept, Adelschlag A. Widmann, Hüll
<a href="#">IPZ 5a</a> J. Portner	Reaktion bedeutender Aroma- und Bittersorten auf eine Reduzierung der Gerüsthöhe (6 m) und Erprobung neuer Pflanzenschutz-Applikationstechniken	2008-2010	<a href="#">Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG</a>	5 Hopfenpflanzler; Fa. Mitterer, Terlan (I)
<a href="#">IPZ 5a</a> J. Portner	Entwicklung eines Gerätes zur vollautomatischen Drahtaufhängung im Hopfenanbau	2008-2010	<a href="#">BLE</a> (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung)	ILT, Freising; Soller GmbH, Geisenfeld
<a href="#">IPZ 5a</a> J. Portner	Untersuchungen zur Statik von Hopfengerüstanlagen	2009-2010	<a href="#">Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG</a>	Bauplanungs- u. Ingenieurbüro S. Breitner, Wolnzach
<a href="#">IPZ 5b</a> B. Engelhard	Entwicklung eines innovativen Prognosemodells zur Bekämpfung des Echten Mehltaus ( <i>Podosphaera macularis</i> ) im Hopfen	2007-2009	<a href="#">BLE</a> (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung); <a href="#">Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG</a>	<a href="#">Christian-Albrecht-Universität, Kiel</a> ; <a href="#">Hopfenring Hallertau</a> ; <a href="#">GfH</a> (Gesellschaft für Hopfenforschung); 8 Hopfenbaubetriebe;
<a href="#">IPZ 5b</a> B. Engelhard	Erarbeitung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen den Luzernerüssler ( <i>Otiorhynchus ligustici</i> ) im Hopfenbau	2008-2010	<a href="#">BLE</a> (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung);	<a href="#">Curculio-Institut e.V.</a> , Hannover; Hopfenbaubetriebe; Verbundprojekt über <a href="#">JKI</a> ;
<a href="#">IPZ 5b/IPZ 5c</a> B. Engelhard	Nachhaltige Optimierung der Bekämpfung von Blattläusen ( <i>Phorodon humuli</i> ) im Hopfen ( <i>Humulus lupulus</i> ) durch Bekämpfungsschwellen und Züchtung blattlaustoleranter Hopfensorten	2008-2011	<a href="#">DBU</a> (Deutsche Bundesstiftung Umwelt)	Hopfensbaubetriebe
<a href="#">IPZ 5b/IPZ 5c</a> B. Engelhard	Prüfung eines Streptomyces-Stammes zur Bekämpfung der Verticillium-Hopfenwelke	2009	<a href="#">Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG</a>	<a href="#">JKI - Darmstadt</a>
<a href="#">IPZ 5b/IPZ 5c/ IPZ 5d</a> B. Engelhard	Identification of compounds involved in the attraction and resistance of hop to the damson-hop aphid - Vorerhebungen 2009	2010-2011	<a href="#">Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG</a>	<a href="#">Plant Research International B.V.</a> , Wageningen, NL
<a href="#">IPZ 5c</a> E. Seigner A. Lutz	Züchtung von resistenten Hopfen mit besonderer Eignung für den Anbau in Niedriggerüstanlagen	2007-2010	<a href="#">BLE</a> (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung), <a href="#">GfH</a>	Betriebe J. Schrag und M. Mauermeier; <a href="#">GfH</a>
<a href="#">IPZ 5c</a> E. Seigner A. Lutz S. Seefelder	Mehltauisolate und ihr Einsatz in der Mehltairesistenzzüchtung bei Hopfen	2006-2010	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.	<a href="#">EpiLogic</a>

AG Projektleitung	Projekt	Laufzeit	Kostenträger	Kooperation
<a href="#">IPZ 5c</a> S. Seefelder E. Seigner	Development of molecular markers linked to powdery mildew resistance genes in hops	2004-2009	Europ. Hop Research Council (EHRC)	<a href="#">EpiLogic</a>
<a href="#">IPZ 5c</a> S. Seefelder E. Seigner	Genotypisierung von <i>Verticillium</i> -Pathotypen aus der Hallertau – Grundlegende Erkenntnisse zur Risikoeinschätzung von <i>Verticillium</i> -Infektionen	2008-2010	<a href="#">Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG</a>	Herr Niedermeier IPZ 5a; Dr. Radisek, <a href="#">Slovenian Institute of Hop Research and Brewing</a>
<a href="#">IPZ 5c</a> E. Seigner	Gentransfer bei wirtschaftlich relevanten Hopfensorten zur Verbesserung der Pilzresistenz und Nutzung transgener Hopfenzellen als Resistenztestsystem im Labor	2008-2011	<a href="#">Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG</a>	<a href="#">Prof. Hückelhoven, WZW</a> ; Dr. Müller, IPZ 1c; Dr. Reichmann, IPZ 3b; <a href="#">EpiLogic</a>
<a href="#">IPZ 5c</a> E. Seigner A. Lutz <a href="#">IPS 2c</a> L. Seigner	Monitoring von Hopfen auf Hop stunt viroid in Deutschland	2008-2009	<a href="#">Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG</a>	Dr. K. Eastwell, Washington State University Prosser, USA

## 10 Forschungsschwerpunkte

AG	Projekt	Laufzeit	Kooperation
5a	Produktionstechnische und betriebswirtschaftliche Spezialberatung im Hopfenbau	Dauer-aufgabe	
5a	Produktionstechnische und betriebswirtschaftliche Auswertung von Hopfenschlagkarteien	Dauer-aufgabe	
5a	Erarbeitung und Aktualisierung von Beratungsunterlagen	Dauer-aufgabe	
5a	Auswertung von Peronospora-Prognosemodellen und Erstellen von Warndiensthinweisen	Dauer-aufgabe	
5a	Optimierung der PS-Applikations- und Gerätetechnik; 2009: Spritzbelagsmessungen bei untersch. Gebläsetypen Spritzbelagsmessungen mit einem neuartigen Sprühgerät	Dauer-aufgabe	
5a	Versuche zur Bewässerungssteuerung im Hopfenanbau	2005-2011	Fa. Mosler; DWD; IAB
5a	Optimierung der Trocknungsleistung und Möglichkeiten der Energieeinsparung bei der Hopfentrocknung	2006-2009	
5a	Standraum- und Aufleitversuch bei der Sorte Herkules	2006-2009	
5a	Fungizidbehandlungen mit und ohne Strobilurine	2007-2009	
5a	Automatisierung der Trocknung und Konditionierung	2007-2010	Fa. ATEF
5a	Stickstoffsteigerungsversuch mit Flächen- und Banddüngung	2007-2011	
5a	Entwicklung eines Gerätes zur vollautomatischen Drahtaufhängung im Hopfenanbau	2008-2010	Institut für Landtechnik u. Tierh.; Fa. Soller
5a	Kontinuierliche Erntemengenerfassung und Ertragskartierung	2008-2009	Fa. Rottmeier
5a	Sortenreaktion auf Reduzierung der Gerüsthöhe (6 m) und Erprobung neuer PS-Applikationstechniken	2008-2010	Fa. Mitterer
5a	Blattdüngung mit Pentakeep	2008-2010	
5a	Erprobung des Witterungsmodells Adcon für den Peronospora-Warndienst	2008-2013	Hopfenring
5a	Prüfung alternativer Aufleitmaterialien	2009	Fa. textilose
5a	Untersuchungen zur Statik von Hopfengerüstanlagen	2009-2010	Planungs- und Ingenieurbüro Breitner
5a	Positionierung der Tropfschläuche bei der Hopfenbewässerung	2009-2011	
5a	Hallertauer Modell zum Ressourcen schonenden Hopfenanbau	2010-2014	LWF; LfU Fa. Ecozept

AG	Projekt	Laufzeit	Kooperation
5b	Prüfung von Pflanzenschutzmitteln auf Wirksamkeit gegen die verschiedenen Schadorganismen und Verträglichkeit im Hopfen als Voraussetzung für die Zulassung bzw. Genehmigung dieser Produkte im Hopfen – Amtliche Mittelprüfung nach EPPO – und GEP – Richtlinien; 2008: 126 Versuchsvarianten mit 48 Produkten an 29 Standorten	Dauer-aufgabe	Pflanzenschutz – firmen, Hopfenpflanzer
5b	Phytopsanitäre Maßnahmen zur Neuanlage von Hopfengärten auf alten Hopfenflächen - 2 Versuchsvarianten	2009 - 2010	2 Hopfenpflanzer
5b	Bekämpfung von Bodenschädlingen	2005 -	Hopfenpflanzer
5b	Umstellung der Berichterstattung von AMP-Versuchen auf PIAF	2008 - 2009	proplant Münster
5b	EU-weite Harmonisierung der Versuchsdurchführung für Pflanzenschutzversuche im Hopfen	2005 -	Institute in FR, CR, SI, UK, PL
5b	Versuche zur Reduzierung des Kupfereinsatzes zur Bekämpfung der Peronospora	2006 -	Spiess-Urania
5b	Prüfung von Additiven zur Wirkungsverbesserung von Insektiziden	2009 - 2010	1 Hopfenpflanzer
5b	Pflanzenschutz nach Warndienst und Bekämpfungsschwellen in zwei Sorten eines Praxisgartens; ein Kosten- und Arbeitsvergleich zur praxisüblichen Anwendung	2009 - 2013	1 Hopfenpflanzer
5c	Züchtung von krankheitsresistenten Qualitätssorten im Aroma- und Bitterstoffbereich	Dauer-aufgabe	EpiLogic, Dr. F. Felsenstein, Freising
5c	Testung von Wildhopfen als neue genetische Ressource für die Mehlauresistenzzüchtung	seit 1999	EpiLogic, Dr. F. Felsenstein, Freising
5c	Züchtung von Qualitätssorten im Aroma- und Bitterstoffbereich mit optimierten Inhaltsstoffen	Dauer-aufgabe	IPZ 5d
5c	Leistungspotenzial der neuen Hochalphasorte Herkules	2000-2009	IPZ 5d
5c	Differenzierung von Hopfensorten über molekulare Techniken als Beitrag zur Qualitätssicherung	Dauer-aufgabe	IPZ 5d; Vermehrungsbetr.; Hopfenhandel
5c	Virusuntersuchungen bei den wichtigsten Hopfensorten und Zuchtstämmen	Dauer-aufgabe	IPZ 5b
5d	Durchführung aller analytischen Untersuchungen zur Unterstützung der Arbeitsgruppen des Arbeitsbereichs Hopfen, insbesondere der Hopfenzüchtung	Dauer-aufgabe	IPZ 5a, IPZ 5b, IPZ 5c
5d	AHA-Lagerversuch (SR, OL, SD im Vergleich zu HM und SE)	2009	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik AHA
5d	Entwicklung von Analysemethoden für die Hopfenpolyphenole (Gesamtpolyphenole, Flavanoide, Einzelsubstanzen wie Quercetin, Kämpferol mit HPLC)	2007-offen	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik AHA
5d	Herstellung von reinen $\alpha$ -Säuren und deren ortho-Phenylen-diamin-Komplexen zur Überprüfung und Kalibrierung der Kalibrierextrakte ICE 2 und ICE 3	Dauer-aufgabe	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik AHA
5d	Ringversuche zur Überprüfung und Standardisierung von wichtigen Analyseparametern innerhalb der AHA-Labors (z.B. Linalool, Nitrat, HSI)	Dauer-aufgabe	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik AHA

<b>AG</b>	<b>Projekt</b>	<b>Laufzeit</b>	<b>Kooperation</b>
5d	Entwicklung einer NIRS-Kalibrierung für den $\alpha$ -Säuregehalt basierend auf HPLC-Daten	2000-offen	
5d	Organisation und Auswertung von Ringanalysen zur $\alpha$ -Säurenbestimmung für die Hopfenlieferungsverträge	2000-offen	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik AHA
5d	Sortenüberprüfung für die Lebensmittelüberwachungsbehörden	Dauer-aufgabe	Landratsämter (Lebensmittelüberwachung)
5d	Einführung und Etablierung der UHPLC in die Hopfenanalytik	2008-offen	

## **11 Personal IPZ 5 - Arbeitsbereich Hopfen**

**Für die Landesanstalt für Landwirtschaft - Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Hüll / Wolnzach / Freising waren im Jahre 2009 tätig (AG = Arbeitsgruppe):**

### **IPZ 5**

**Koordinator: LLD Engelhard Bernhard**

Dandl Maximilian  
Felsl Maria  
Hertwig Alexandra  
Hock Elfriede  
Krenauer Birgit  
Maier Margret  
Mauermeier Michael  
Pflügl Ursula  
Presl Irmgard  
Suchostawski Christa  
Waldinger Josef  
Weiher Johann

### **IPZ 5a**

**AG Hopfenbau, Produktionstechnik**

**LD Portner Johann**

Fischer Elke  
LOI Fuß Stefan  
LA Münsterer Jakob  
LA Niedermeier Erich  
LAR Schätzl Johann

### **IPZ 5b**

**AG Pflanzenschutz im Hopfenbau**

**LLD Engelhard Bernhard**

LOI Eicheldinger Renate (Elternzeit)  
LTA Ehrensträßer Olga  
B. Sc. Lachermeier Ute  
LHS Meyr Georg  
Dipl.-Biol. (Univ.) Schlagenhauer Stefan  
Dipl.-Ing. (FH) Schwarz Johannes  
Dr. rer. nat. Weihrauch Florian

### **IPZ 5c**

**AG Züchtungsforschung Hopfen**

**RD Dr. Seigner Elisabeth**

Agr.-Techn. Bogenrieder Anton  
CTA Forster Brigitte  
CTA Hager Petra (Elternzeit)  
LTA Haugg Brigitte  
LTA Kneidl Jutta  
LAR Lutz Anton  
CL Mayer Veronika  
Dipl.-Biol. (Univ.) Oberhollenzer Kathrin  
CL Petosic Sabrina  
BL Püschel Carolyn (ab 03.07.2009)  
ORR Dr. Seefelder Stefan  
Ziegeltrum Ursula

### **IPZ 5d**

**AG Hopfenqualität und -analytik**

**ORR Dr. Kammhuber Klaus**

CL Neuhof-Buckl Evi  
CL Sperr Birgit (ab 01.02.2009)  
Dipl.-Ing. agr. (Univ.) Petzina Cornelia  
CTA Weihrauch Silvia (Elternzeit)  
CTA Wyschkon Birgit