



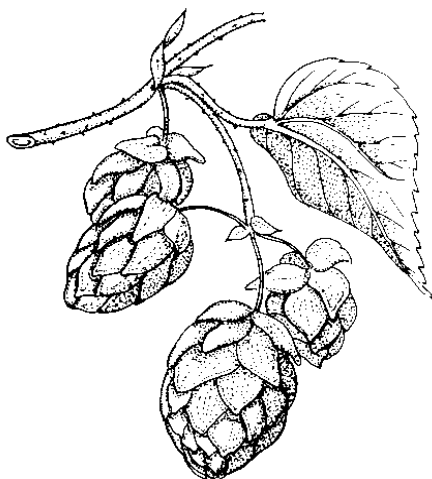
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.

# Jahresbericht 2008

## Sonderkultur Hopfen



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

**März 2009**



# LfL-Information

|

**Impressum:**

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

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

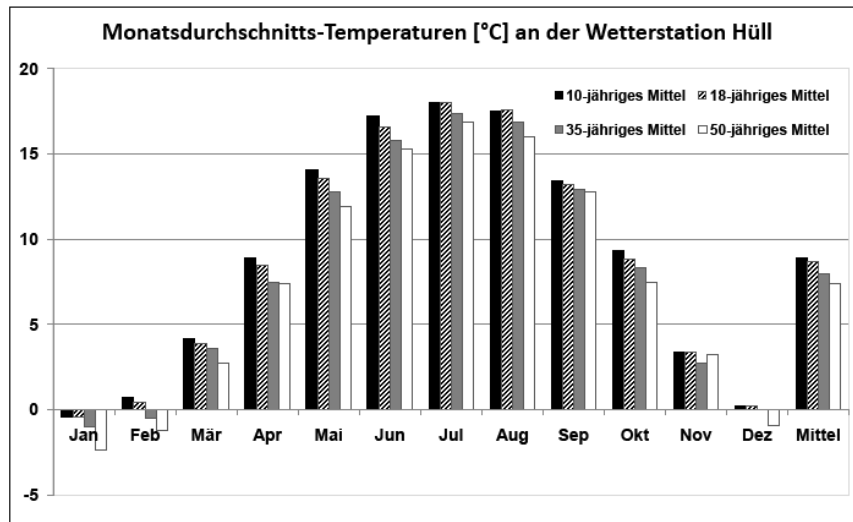
1. Auflage: März / 2009

Druck: FCS FotoCopyService, 85354 Freising

Schutzgebühr: 5,- €

## Forschung als Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit

Führungskräfte der Hopfenindustrie bezeichnen die Hopfenforschung als „Betriebsmittel“, vergleichbar mit Kapital oder verfügbaren Pflanzenschutzmitteln zur Bekämpfung der Schaderreger. Diese Wertschätzung der Klienten, für die diese Ergebnisse grundsätzlich erarbeitet werden, freut natürlich die Wissenschaftler und die Bediensteten der Hopfenforschung an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Diese Wertschätzung ist aber auch gleichzeitig Verpflichtung! Verpflichtung – nicht nur aktuelle Situationen, sondern auch zukünftige Entwicklungen richtig einzuschätzen und möglichst frühzeitig in der Forschung (z. B. Aufnahme neuer wichtiger Inhaltsstoffe in die Kreuzungsplanung der Züchtung) darauf zu reagieren.



Über den „Klimawandel“ und dessen Einfluss auf die Landwirtschaft wird fast wöchentlich in der Fachpresse berichtet. Klimawandel ist ein Beispiel dafür, dass reagiert werden muss und wie reagiert werden kann. Dass es einen Klimawandel gibt, ist inzwischen anerkannt. An der Hopfenforschung am Standort Hüll kann der Wandel seit mindestens 20 Jahren nachgewiesen werden: wenn das Jahresmittel der Temperatur von 7,4 °C (1927 – 1976) auf 8,7 °C (1991 – 2008) ansteigt, dann sind dies gravierende Veränderungen. An nur wenigen Standorten in Bayern gibt es so lange, ununterbrochene Witterungsaufzeichnungen wie in Hüll. Dank an die fleißigen Personen.

Für die Forschungsziele hatte die sich anbahnende Änderung bisher folgende Auswirkungen:

- Aufnahme eines neuen Zuchtziels: gegen Witterungsextreme robuste Sorten mit geringen Schwankungen im Alphagehalt und Ertrag.
- Anpassung der Bekämpfungsschwellen von Schadorganismen an eine längere Vegetationszeit, mehr heiße Tage und Hitzerekorde.
- Überprüfung wassersparender Bewässerungssysteme und Umsetzung wasserschonender Bodenbearbeitungsverfahren.
- Einfluss niedrigerer Gerüstanlagen (z. B. 6 m statt 7 m Höhe) auf den Ertrag bei gleichzeitig deutlich besserer Stabilität der Anlagen.
- Intensivierung der Forschung zu Niedrigergerüstanlagen (bis 3 m Höhe).

Der Hopfen- und auch der Brauwirtschaft sichern wir zu, dass wir auch in Zukunft am Puls der Zeit bleiben werden und Produkte zur Verfügung stellen, die den aktuellen Ansprüchen genügen.

Dr. Schmitt  
Stellv. Vorsitzender des Vorstandes  
der Gesellschaft für Hopfenforschung

Dr. Peter Doleschel  
Leiter des Instituts für  
Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

<b>1</b>	<b>Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen .....</b>	<b>6</b>
1.1	Laufende Forschungsvorhaben .....	6
1.2	Forschungsschwerpunkte .....	16
1.2.1	Forschungsschwerpunkte Züchtung .....	16
1.2.2	Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik .....	19
1.2.3	Forschungsschwerpunkte Hopfenqualität und Analytik .....	22
1.2.4	Pflanzenschutz im Hopfen .....	25
<b>2</b>	<b>Witterung 2008 – Sommertemperaturen im Februar und überdurchschnittliche Wärmegrade während des ganzen Jahres .....</b>	<b>25</b>
2.1	Witterungsdaten (Monatsmittelwerte bzw. Monatssummen) vom Jahre 2008 im Vergleich zu den 10- und 50-jährigen Mittelwerten.....	27
<b>3</b>	<b>Statistische Daten zur Hopfenproduktion .....</b>	<b>28</b>
3.1	Anbaudaten .....	28
3.1.1	Struktur des Hopfenbaus .....	28
3.1.2	Hopfensorten .....	30
3.2	Ertragssituation im Jahr 2008.....	32
<b>4</b>	<b>Züchtungsforschung Hopfen.....</b>	<b>35</b>
4.1	Klassische Züchtung .....	35
4.1.1	Kreuzungen 2008 .....	35
4.1.2	Herkules - der neue Star im Hochalpbereich.....	36
4.1.3	„Erhaltungszucht“ bei Hallertauer Tradition (HT08) .....	38
4.1.4	Monitoring auf Hop Stunt Viroid (HSVd) von Hopfen .....	40
4.2	Biotechnologie .....	43
4.2.1	Charakterisierung der Interaktion Hopfen-Hopfenmehltau auf Zellebene und Funktionsanalyse von an der Abwehr beteiligten Genen.....	43
4.3	Genomanalyse .....	46
4.3.1	Genotypisierung von <i>Verticillium</i> -Pathotypen aus der Hallertau - Grundlegende Erkenntnisse zur Risikoeinschätzung von <i>Verticillium</i> -Infektionen .....	46
<b>5</b>	<b>Hopfenbau, Produktionstechnik.....</b>	<b>48</b>
5.1	N <sub>min</sub> -Untersuchung 2008 .....	48
5.2	Blattdüngungsversuch mit Nutri-Phite Magnum S zur Untersuchung des Einflusses auf Ertrag, Alphasäuren und Pflanzengesundheit.....	51
5.3	Entwicklung und Erprobung einer neuartigen Messtechnik zur weiteren Optimierung der Trocknungsleistung .....	53
5.4	Einführung der Verbundberatung .....	56
5.5	Beratungs- und Schulungstätigkeit .....	58
5.5.1	Informationen in schriftlicher Form.....	58
5.5.2	Telefonberatung Ansagedienste .....	59
5.5.3	Vorträge, Tagungen, Führungen, Schulungen und Versammlungen.....	59
5.5.4	Aus- und Fortbildung .....	59
<b>6</b>	<b>Pflanzenschutz im Hopfen.....</b>	<b>60</b>
6.1	Schädlinge und Krankheiten des Hopfens .....	60

6.2	Wichtige wissenschaftliche Erkenntnisse zur Biologie des Echten Mehltaus <i>Podospaera macularis</i> .....	61
<b>7</b>	<b>Hopfenqualität und Analytik .....</b>	<b>63</b>
7.1	Allgemeines.....	63
7.2	Optimierung der Inhaltsstoffe als Zuchtziel.....	63
7.2.1	Anforderungen der Brauindustrie .....	63
7.2.2	Alternative Anwendungsmöglichkeiten.....	64
7.3	Entwicklung von Analysemethoden für die Hopfenpolyphenole .....	64
7.4	Erste Erfahrungen mit der UHPLC-Anlage .....	66
7.5	Welthopfensortiment (Ernte 2007) .....	67
7.6	Ringanalysen zur Ernte 2008 .....	73
7.7	NIRS (Nahinfrarot Reflektionsspektroskopie)-Analytik .....	76
7.8	Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen der Ernte 2008.....	77
7.8.1	Probenauswahl und Analysenergebnisse .....	77
7.8.2	Beurteilung der Ergebnisse .....	80
7.8.3	Zusammenfassung.....	81
7.9	Kontrolle der Sortenechtheit .....	81
<b>8</b>	<b>Veröffentlichungen und Fachinformationen .....</b>	<b>82</b>
8.1	Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit .....	82
8.2	Veröffentlichungen .....	82
8.2.1	Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge .....	82
8.2.2	LfL-Schriften.....	84
8.2.3	Pressemitteilungen .....	84
8.2.4	Beiträge in Rundfunk und Fernsehen.....	85
8.3	Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen .....	85
8.3.1	Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare.....	85
8.3.2	Vorträge.....	86
8.3.3	Führungen .....	91
8.3.4	Ausstellungen und Poster .....	94
8.4	Aus- und Fortbildung .....	94
8.5	Diplomarbeiten.....	95
8.6	Mitarbeit in Arbeitsgruppen, Mitgliedschaften.....	96
8.7	Ehrungen und Auszeichnungen.....	96
8.7.1	Auszeichnungen .....	96
<b>9</b>	<b>Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben.....</b>	<b>96</b>
<b>10</b>	<b>Forschungsschwerpunkte .....</b>	<b>98</b>
<b>11</b>	<b>Personal IPZ 5 - Arbeitsbereich Hopfen.....</b>	<b>100</b>

# 1 Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen

## 1.1 Laufende Forschungsvorhaben

### Mehltauisolate und Blatt-Resistenztest im Labor als Basis für die Mehлтаuresistenzzüchtung bei Hopfen

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtung
<b>Finanzierung:</b>	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.
<b>Projektleitung:</b>	RDin Dr. E. Seigner, LAR A. Lutz, ORR 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 - 30.04.2010

#### Ziel

Krankheitsresistente Hopfensorten sind für Pflanzler und Brauer gleichermaßen entscheidend. Mit dem Einsatz von innovativen Selektions- und Testmethoden im Gewächshaus und Labor bei der Prüfung von Zuchtstämmen, Wildhopfen und Sorten auf Mehлтаuresistenz wird die Resistenzzüchtung entscheidend verbessert.

#### Ergebnisse

Gegenwärtig steht ein Sortiment von 11 verschiedenen Einzelkonidienisolaten von *Podosphaera macularis* ssp. *humuli*, dem Echten Mehлтаupilz bei Hopfen, für die Mehлтаuresistenzzüchtung als Inokulationsmaterial zur Verfügung. Dieses Sortiment von Mehлтаupathotypen 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 Juni 2008 für folgende Fragestellungen oder Untersuchungen eingesetzt:

- zur Beurteilung der Resistenzeigenschaften von etwa 144.000 Sämlingen aus 99 Kreuzungen, 68 Wildhopfen, 385 Zuchtstämmen und einer Fremdsorte im Gewächshaus und im Labor-Blatt-Test.
- zur zuverlässigen Resistenzeinschätzung von 360 Sämlingen aus 4 Kartierpopulationen, um molekulare Marker für verschiedene Mehлтаuresistenzgene zu entwickeln.
- bei 8 Analysen zur Genexpression nach Beimpfung mit speziellen Mehлтаuisolaten. Nach dem Kontakt mit dem Pilz werden – so wird angenommen – bestimmte Gene neu aktiviert, die direkt bei der Mehлтаupabwehr beteiligt sind. Ziel dabei ist es, molekulare Marker für diese Gene zu identifizieren. Diese sog. cDNA-AFLP-Marker sind deutlich zuverlässiger und auch informativer bei der Resistenzselektion als bisherige auf klassische AFLP beruhende molekulare Marker.
- bei der Beurteilung der Virulenzsituation der Mehлтаupopulationen in der Hallertau und weltweit. Dadurch kann die Wirksamkeit bekannter Resistenzen bewertet werden.

So wurde festgestellt, dass die Widerstandsfähigkeit der Hüller Zuchtsorte „Haller-tauer Merkur“ noch voll wirksam ist, während sie bei „Herkules“ in bestimmten Re-gionen schon gebrochen ist.

- bei der Nutzung der verschiedenen virulenten und avirulenten Mehltausolate, um Interaktionen von Mehltaupilz und Hopfen auf und unter der Blattoberfläche zu cha-rakterisieren. Dabei sollen genauere Einblicke in die verschiedenen Resistenzreaktio-nen 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.

## **Züchtung von Zwerghopfen für den Niedrigerüstanbau**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtung und AG Hopfenqualität/Hopfenanalytik
<b>Finanzierung:</b>	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) HVG Hopfenverwertungsgenossenschaft e.G.
<b>Projektleitung:</b>	RDin Dr. E. Seigner, LAR A. Lutz
<b>Bearbeitung:</b>	LAR A. Lutz, LTA J. Kneidl; A. Bogenrieder, ORR Dr. K. Kammhuber, C. Petzina, B. Wyschkon, S. Weihrauch, E. Neuhof-Buckl (alle IPZ 5d)
<b>Kooperation:</b>	Gesellschaft für Hopfenforschung; 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**

Im Jahr 2007 wurden insgesamt 17 Kreuzungen (6 Aroma- und 11 Bittertyp) mit dem Zuchtziel „Eignung für den Anbau in Niedrigerüstanlagen“ durchgeführt. Die Vorselektion der Sämlinge aus diesen Kreuzungen auf Mehltairesistenz begann im März. Von den 9.000 aufgelaufenen Sämlingen erwiesen sich etwa 25 % als mehltairesistent. Die vielversprechendsten 678 Sämlinge wurden Ende April in die Vegetationshalle gepflanzt. Im Herbst konnten davon nach weiterer Selektion 482 weibliche Sämlinge im Zuchtgarten Hüll und 46 männliche Zuchtstämme im Zuchtgarten Freising ausgepflanzt werden.

Bei den restlichen Sämlingen mit günstigen Wuchseigenschaften wurde im Mai mit einem AFLP-Marker das Geschlecht bestimmt. Somit war es möglich, weitere 203 weibliche Sämlinge zu selektieren und bereits Anfang Juni auszupflanzen.

Von 33 Sämlingen aus neun Kreuzungen mit dem Potential, kurzwüchsige Nachkommen hervorzubringen, wurden 2008 im Rahmen der Sämlingsprüfung im Zuchtgarten in Hüll fünf 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 2009 mit dem Probeanbau in einer Kleinparzelle unter Niedriggerüstbedingungen begonnen werden kann.

Im Juli wurden im Rahmen des Forschungsprojektes 19 weitere Kreuzungen (7 Aroma- und 12 Bittertyp) durchgeführt. Bei allen Kreuzungen konnten im Herbst Samen gewonnen werden.

### **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 Züchtung
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
<b>Projektleitung:</b>	RDin Dr. E. Seigner
<b>Bearbeitung:</b>	K. Oberhollenzer, S. Nadler (bis 15.09.2008), B. Forster (ab 17.11.2008) LAR A. Lutz
<b>Kooperation:</b>	Prof. Dr. R. Hückelhoven, TU-München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Lehrstuhl für Phytopathologie Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising Dr. M. Müller, IPZ 1c
<b>Laufzeit:</b>	01.04.2008 - 31.03.2011

#### **Ziel**

Ziel des neu gestarteten Forschungsprojektes ist es, die Interaktion Hopfen-Hopfenmehltau in anfälligen und resistenten Sorten mikroskopisch zu untersuchen. Hierbei soll sowohl eine zeitliche als auch eine räumliche Darstellung 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.

#### **Methoden**

- Inokulation der Hopfenblätter mit Mehltausisolaten, die z.T. von EpiLogic bereitgestellt werden
- 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)
- Transiente Transformation einzelner Epidermiszellen von Hopfenblättern unter Einsatz der Genkanone

### **Ergebnisse**

Für die mikroskopischen Untersuchungen der Interaktion Hopfen-Hopfenmehltau konnten verschiedene Färbetechniken für den Mehltaupilz etabliert werden. Nachweise für Abwehrreaktionen der Hopfenzellen wurden ebenfalls entwickelt.

Außerdem konnte gezeigt werden, dass das Prinzip des transienten Assays auch bei der Interaktion Hopfen-Hopfenmehltau funktioniert. Hier müssen einzelne Parameter noch verändert werden, um eine statistisch abgesicherte Auswertung zu ermöglichen.

### **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 Züchtung
<b>Finanzierung:</b>	EHRC (European Hop Research Council - Carlsberg Breweries, Heineken, InBev, Hopfenveredelung St. Johann, Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft/Hopsteiner)
<b>Projektleitung:</b>	ORR Dr. S. Seefelder; RDin Dr. E. Seigner
<b>Bearbeitung:</b>	R. Seidenberger (bis 30.04.2008), V. Mayer, S. Petosic, LTA J. Kneidl ORR Dr. S. Seefelder, LAR A. Lutz, RDin Dr. E. Seigner
<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 zwei Wildhopfen, die eine gute Mehltaresistenz aufweisen, molekulare Selektionsmarker für deren Resistenzgene zu erarbeiten.

### **Ergebnisse**

- AFLP-basierte Untersuchungen führten zur Identifizierung von zwei mit dem Resistenzgen des Wildhopfens WH18 eng gekoppelten AFLP-Markern, die 2,2 cM vom Resistenzlokus entfernt sind. Darüber hinaus konnte die Mehltaresistenz eines japanischen Hopfens durch einen AFLP-Marker charakterisiert werden, der direkt mit dem Resistenzlokus zusammenkartiert wurde.
- Des Weiteren wurde im Zuge einer Expressionsanalyse, unter Einsatz der cDNA-AFLP Technik, damit begonnen, molekulare Marker für aktive Resistenzgene beim Wildhopfen WH18 zu identifizieren. Aufbauend auf den Studien zur differentiellen Expression von Genen, die nach Kontakt mit dem Echten Mehltau bei mehltaresistenten im Gegensatz zu anfälligen Hopfen aktiv werden, wurden die Analysen 2008 fortgesetzt.

Dabei wurden als Erstes cDNA-AFLP-Fragmente gesucht, die nur bei resistenten Hopfen 4 - 24 Stunden nach Kontakt mit dem Mehltaupilz auftreten und möglicherweise bei der Abwehrreaktion des Pilzes oder der Pathogenerkennung direkt beteiligt sind.

- Bislang wurden 365 Primerkombinationen eingesetzt, mit denen Tausende von Gensequenzen (sog. TDFs = Transkript-derived Fragments) gefunden wurden, die nach Mehltaukontakt neu aktiviert wurden.
- 130 Fragmente, die sich möglicherweise aufgrund ihrer Expressions-Kinetik als Teil der Resistenzreaktion darstellen, wurden kloniert (vermehrt) und auf Homologien mit bekannten Resistenzgenen bei anderen Kulturpflanzen untersucht (BLAST Search).
- Von 111 vielversprechenden TDFs (= DNA-Fragmente), die hohe Sequenzähnlichkeit zu anderen Resistenzgenen aufwiesen, wurde genau die Sequenz bestimmt.
- Aktuell wird versucht, auf der gesamten DNA des mehltauresistenten Wildhopfens diese Bereiche (Sequenzen) zu detektieren und zugleich zu verifizieren, die nach dem Pilzkontakt aktiv wurden und bei der Resistenzreaktion eine Rolle spielen.

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

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

#### **Ziel**

Die Hopfenwelke, verursacht durch den *Verticillium*-Pilz, führte 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.

Es gilt zu klären, ob agronomische Faktoren wie zu hohe mineralische Düngung oder das Ausbringen von frischem Rebenmaterial direkt nach der Ernte Ursache für die gegenwärtige *Verticillium*-Problematik sind oder ob sich bereits letale *Verticillium*-Stämme aus England oder Slowenien im Hallertauer Anbaugebiet manifestiert haben bzw. sich hier neue hochvirulente Rassen entwickelt haben. Eine Beprobung befallener Hopfenreben, die Inkulturnahme des *Verticillium*-Pilzes und dessen genetische Differenzierung soll zur Klärung der Problematik durchgeführt werden.

Des Weiteren soll ein *in-planta* Test erarbeitet werden, mit dem künftig beim Austausch von Zuchtmaterial oder bei der Fechservermehrung direkt aus der Hopfenrebe und ohne langwierige Pilzanzucht eine sichere Aussage über das Vorkommen von *Verticillium* in den Pflanzen vor Ausbruch von Welkesymptomen getroffen werden kann.

## Ergebnisse

- Beprobung von insgesamt 123 kranken und 28 phänotypisch gesunden Reben von ca. 30 Standorten.
- Molekularer *in-planta*-Nachweis von *Verticillium albo-atrum* in welkekranken Hopfenreben
- Inkulturnahme von *Verticillium* in Fest –und Flüssigmedien
- Ernten der Pilzmyzelien aus den Flüssigmedien und anschließende DNA-Extraktion als Voraussetzung für die PCR-Analysen
- Mikroskopische und zum Teil molekulare Bestimmung der Art *Verticillium albo-atrum* bei allen gesammelten kranken und phänotypisch befallsfreien Hopfenreben

## 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
<b>Finanzierung:</b>	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
<b>Projektleitung:</b>	LLD Bernhard Engelhard
<b>Bearbeitung:</b>	Dipl.-Ing. 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

- Kleistothecien und Mycel sind als mögliche Überwinterungsformen bekannt. Für die Primärinfektion werden allgemein die Kleistothecien als Auslöser für die Krankheit beschrieben. In verschiedenen Versuchsansätzen ist es allerdings nicht gelungen, mit Ascosporen aus vitalen Kleistothecien eine Neuinfektion zu erreichen. Erst großräumiger Mehltaubefall wie 1997, 1999, 2001 und 2002 kann eventuell eine Antwort geben, ob Ascosporen für die Erstinfektion verantwortlich sind. Die Primärinfektion ausgehend von Mycel auf nicht geschnittenen Hopfenstöcken und Wildhopfen ist in Praxisgärten im Rahmen des Projektes nachgewiesen worden.
- In eigens konstruierten Kleinklimakammern wurden 56 Witterungsvarianten überprüft, welchen Einfluss diese auf die Inkubationszeit und die Befallsstärke haben. Es zeigte sich, dass die Temperatur, die Tag-Nacht-Differenz der Temperatur und die Lichtintensität den größten Einfluss haben.
- Die nach wissenschaftlichen Methoden erarbeiteten Basisdaten wurden 2008 erstmals in eine „Witterungsgestützte Befallsprognose“ verrechnet und Bekämpfungsschwellen für anfällige und tolerante Sorten festgelegt. An elf Standorten wurden die Schwellen überprüft. Zu Mehltaubefall kam es nur an einem Standort mit der Sorte Hallertauer Taurus.

Die zwei nach Befallsprognose ausgebrachten Spritzungen brachten eine vollständige Bekämpfung des Befalls. Die neue „Witterungsgestützte Befallsprognose“ hat eine sehr gute Übereinstimmung mit dem empirisch erarbeiteten „vorläufigen Prognosemodell“.

- Ausblick: Die bisherigen Erkenntnisse sollen 2009 bereits in eine Praxisempfehlung „Mehltauprognose“ umgesetzt werden.

### **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
<b>Finanzierung:</b>	Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)
<b>Projektleitung:</b>	LLD Bernhard Engelhard
<b>Kooperation:</b>	Hopfenpflanzer
<b>Bearbeitung:</b>	Dr. Florian Weihrauch
<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 (2008: 58 Anlagen) der Hallertau. 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.

## **Erste Ergebnisse**

Der allgemeine Blattlausbefall 2008 (siehe 6.1) brachte gute Versuchsvoraussetzungen. Obwohl frühzeitig starker Blattlausbesatz vorhanden war, waren selbst in allen unbehandelten Parzellen keine Ertragsminderungen zu verzeichnen.

Nur für fünf von 58 Parzellen mussten wegen Qualitätsmängeln (optischer Eindruck) Entschädigungen bezahlt werden.

Bei der Testung auf Blattlausresistenz verschiedener Zuchtsorten konnte 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
<b>Finanzierung:</b>	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
<b>Projektleitung:</b>	LLD Bernhard Engelhard
<b>Kooperation:</b>	Teilprojekt des Verbundprojektes „Erarbeitung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen Bodenschädlinge“
<b>Bearbeitung:</b>	Ute Lachermeier, Dipl. Ing. (FH) Johannes Schwarz
<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 *Otiorynchus*-Arten.

### **Ergebnisse**

Zur Feststellung der *Otiorynchus*-Arten wurden in den deutschen Anbaugebieten Bodenfallen ausgebracht: Hallertau 4, Elbe-Saale 2, Spalt 1, Tettwang 1. Um das zeitliche Auftreten festzustellen, wurden von April bis August sechs Fangperioden eingerichtet.

Die Artenbestimmung erfolgt durch Dr. Peter Sprick, Curculio-Institut, Hannover. Die Auswertung ist noch nicht abgeschlossen.

Um die EPN zu testen, wurden an drei Standorten in der Hallertau Versuchspartellen in vierfacher Wiederholung angelegt. Eingesetzt wurden *Steinernema carpocapsae* und *Heterorhabditis bacteriophora*.

Da eine direkte Überprüfung der Wirksamkeit an den Hopfenstöcken nur zu Versuchsende durchgeführt werden kann, wurden in die Parzellen im April Kleesoden (Erde mit Kleepflanzen 15 x 15 cm) ausgebracht.

Rotklee wird als sehr gute Fangpflanze für Käferlarven beschrieben. Wegen versuchstechnischer Probleme konnten noch keine verwertbaren Ergebnisse erzielt werden.

## **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>	LD J. Portner
<b>Bearbeitung:</b>	Dr. G. Fröhlich, ILT
<b>Kooperation:</b>	Fa. Soller, Geisenfeld
<b>Laufzeit:</b>	01.01.2008 - 31.01.2010

### **Ziel**

Ziel des geplanten Vorhabens ist es, das derzeit manuelle Aufhängen des Aufleitdrahtes zu automatisieren. Dazu soll von der Firma 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 Schlepplers 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 unabhängig von der Witterung durchgeführt werden kann.

### **Ergebnisse**

Hydraulik- und Mechatronikspezialisten des Instituts für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft testen bereits vorhandene Baugruppen der Fa. Soller hinsichtlich Funktionstüchtigkeit und möglicher Störfaktoren im Automatikbetrieb. Nach Beseitigung der Fehlerquellen soll 2009 ein verbesserter Prototyp gebaut und in der Praxis erprobt werden.

## **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 HVG e.G.
<b>Projektleitung:</b>	LD J. Portner
<b>Bearbeitung:</b>	LD J. Portner
<b>Kooperation:</b>	Fa. Rottmeier, Erding A. Widmann, Hüll
<b>Laufzeit:</b>	01.01.2008 - 31.12.2009

### **Ziel**

Im Rahmen eines Projekts soll eine kontinuierliche Ertragsmessung am Doldenförderband entwickelt und erprobt werden. Nach erfolgreicher Ertragsfeststellung 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.

Denkbare Anwendungsgebiete wären z.B. in der Beratung das Aufdecken von Problembe-  
reichen aufgrund von Virusbefall, Bodenunterschieden und Spurennährstoffmangel und  
das Optimieren von Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen.

Im Versuchswesen können produktionstechnische Unterschiede ohne großen Aufwand er-  
traglich erfasst werden. Für die Auswahl von Versuchsflächen für Exaktversuche liefern  
die Ertragskarten Aussagen über die Homogenität des Hopfengartens.

Als weiterer Nebeneffekt wäre eine Dokumentation der Ernte hinsichtlich Erntedatum,  
-dauer, -menge, usw. denkbar.

### **Ergebnisse**

Das Ingenieurbüro Rottmeier installierte in einem Praxisbetrieb am Einzugsarm der  
Pflückmaschine ein RFID-Transponderidentifikationssystem und einen Rebenzähler. Zur  
kontinuierlichen Ertragsfeststellung wurde zwischen dem Doldenaustragsband und dem  
Förderband zum Grünhopfensilo eine Bandwaage eingebaut. Diese lieferte während der  
Hopfenernte kontinuierliche Ertragsdaten, die automatisch aufgezeichnet wurden. Die Zu-  
ordnung des Ertrags zu den Reihen auf dem Feld, erfolgte mit Hilfe von RFID-Transpon-  
dern, die jeweils an der letzten Aufleitung (- wird zuerst eingehängt -) der zu beerntenden  
Reihen angebracht waren. Zu Beginn des Einhängens einer neuen Fuhre wurde der Trans-  
ponder von der oben aufliegenden Rebe abgenommen, dem Identifikationssystem zuge-  
führt und so die aktuell beerntete Reihe registriert. Die Position des gewogenen Ertrages  
innerhalb der Reihe wurde mittels des Rebenzählers errechnet.

Schwierigkeiten bereitete die unterschiedliche Feuchtigkeit der Hopfendolden (Tau – Re-  
gen – Trockenheit), die zum einen das Wiegeband verklebte und zum anderen durch das  
Gewicht des anhaftenden Wassers das Wiegeergebnis verfälschte. Falls es nicht gelingt,  
diese Fehler herauszurechnen, muss auf ein anderes Verfahren zur Ertragsermittlung um-  
gestellt werden.

Bei erfolgreicher Testung und Lieferung plausibler Daten soll im 2. Schritt eine Software  
für die Verrechnung der Ertragsdaten und für die Darstellung in Ertragskarten program-  
miert werden.

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

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

### **Ziel**

In diesem Projekt wurde in mehreren Praxisgärten (Ertragsanlagen verschiedener Hopfen-  
sorten) das 7 m hohe Hopfengerüst im Bereich der Versuchspartellen 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 Hallertauer Mittelfrüher, 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**

Nach einem Versuchsjahr konnten erste Reaktionen in Wachstum und Ertrag auf die unterschiedliche Gerüsthöhe bei den verschiedenen Sorten festgestellt werden. Um konkrete Aussagen zu machen, müssen die Ergebnisse in den nächsten Jahren bestätigt werden.

Ergebnisse zu dem neuartigen Sprühgerätes liegen noch nicht vor, da der Testbeginn erst für 2009 geplant ist.

## **1.2 Forschungsschwerpunkte**

### **1.2.1 Forschungsschwerpunkte Züchtung**

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

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

#### **Ziel**

Der Schwerpunkt der Hüller Züchtungsarbeit liegt bei der Entwicklung markt- und umweltgerechter Qualitätssorten. In den letzten Jahren werden gezielt Kreuzungen durchgeführt, um die Inhaltsstoffe zu optimieren. Dabei gilt es, die geänderten Wünsche der Brauwirtschaft zu berücksichtigen und darüber hinaus auch alternative Verwendungsmöglichkeiten für den Hopfen zu öffnen.

Bittersäuren und speziell Betasäuren werden aufgrund ihrer bakteriostatischen und antimikrobiellen Wirkung als umweltverträgliches, gesundheitlich unbedenkliches Konservierungsmittel beispielsweise in der Lebensmittel- und Ethanolindustrie eingesetzt. Des Weiteren ist Hopfen wegen seiner gesundheitsfördernden Inhaltsstoffen wie z. B. Xanthohumol und auch Bittersäuren für den pharmazeutisch-medizinischen Bereich interessant.

Eine deutliche Anreicherung dieser Substanzen in künftigen Sorten, die in der Pharmaindustrie verwendet werden könnten, wird in aktuellen Kreuzungen angestrebt.



## Maßnahmen und Ergebnisse

2008 wurden sieben spezifische Kreuzungen mit Eltern durchgeführt, die sich durch vielversprechende Inhaltsstoffen auszeichnen. In den Nachkommenschaften sollen Sämlinge mit deutlich erhöhten Betasäuren- bzw. Xanthohumolgehalten selektiert werden.

Kreuzungselter	Alphasäuregehalt	Betasäuregehalt	Alpha-+ Beta-säuregehalt	Xanthohumol
2003/067/002	9,5 – 13,0	10,0 – 14,2	20 – 26	0,6 – 0,8
2003/067/005	12,0 – 16,5	9,0 – 12,2	21 – 25,5	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 – 23,6	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, UHPLC und GC

## Leistungspotenzial der neuen Hochalphasorte Herkules

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

### Ziel

Über die letzten 9 Jahre wurde die neue Zuchtsorte Herkules in Stammes- und Hauptprüfungen in den beiden Zuchtgärten Hüll und Rohrbach sowie in Anbauprüfungen bei Versuchslandwirten im Vergleich mit den beiden anderen Hüller Hochalphasorten Hallertauer Magnum und Hallertauer Taurus angebaut. So konnte das Potenzial der neuen Zuchtsorte hinsichtlich Ertrag, Alphasäuregehalt und Alphasäurenertrag auf verschiedenen Standorten unter jahresbedingt unterschiedlichen Witterungsbedingungen zuverlässig eingeschätzt werden.

### Methoden

- Ertragsbestimmung in den Versuchspartellen (in kg /ha)
- Alphasäurenbestimmung mittels HPLC (High Performance Liquid Chromatography)
- Alphasäurenertrag als Produkt von Alphasäuregehalt (kg  $\alpha$ -Säuren/kg Hopfen) x Ertrag (kg/ha)

### Ergebnisse

Bei allen Leistungsmerkmalen zeigte Herkules im Vergleich zu den ersten 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 Alphasäurertrages (kg  $\alpha$ -Säuren/ha) aus allen Anbauprüfungen in den Jahren 2000 bis 2008 belegen diesen Leistungsvorsprung.

	<b>Mittelwerte der Jahre 2000 - 2008</b>		
	<b>Hall. Magnum</b>	<b>Hall. Taurus</b>	<b>Herkules</b>
<b>Ertrag (kg/ha)</b>	2.475	2.147	<b>3.258</b>
<b><math>\alpha</math>-Säuregehalt (%)</b>	13,8	16,2	<b>16,3</b>
<b><math>\alpha</math>-Säurertrag (kg <math>\alpha</math>-Säuren / ha)</b>	341	348	<b>531</b>

Die Daten bestätigen, dass es mit Herkules gelungen ist, eine leistungsstarke, robuste Hochalphasorte mit stabilen, sehr hohen Ertrags- und Alphasäurewerten den Pflanzern zur Verfügung zu stellen. Sie garantiert Liefersicherheit von bestem Qualitätshopfen - heute und auch in Zukunft.

### **Untersuchungen auf Hop Stunt Viroid (HSVd) an Hopfen**

- Leitung:** RDin Dr. L. Seigner, Institut für Pflanzenschutz, IPS 2c  
RDin Dr. E. Seigner, LAR A. Lutz (beide IPZ 5c)
- Bearbeitung:** M. Kappen, C. Huber, M. Kistler, D. Köhler (alle IPS 2c)
- Kooperation:** Dr. K. Eastwell, Washington State University, USA

#### **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-Hopfungärten 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-Verfahren mit HSVd-spezifischen Primern (Eastwell und Nelson 2007) und einer zusätzlichen internen, mRNA-basierten RT-PCR-Kontrolle (Seigner et al. 2008) etabliert.

#### **Ergebnisse**

Im Frühjahr 2008 wurden mit der RT-PCR (Reverse Transkriptase-Polymerase-Kettenreaktion) unter Verwendung der Primer von Eastwell und Nelson (2007) 55 Hopfenproben von verschiedenen Herkunftsn untersucht, auch aus den USA.

Bei allen Proben konnte die HSVd-RNA nicht nachgewiesen werden, weshalb die Hopfen als HSVd-frei eingeschätzt wurden.

Da aufgrund dieser wenigen Ergebnisse aus der Hallertau, die Gefahr von HSVd-Infektionen in Deutschland sicherlich nicht vollständig auszuschließen ist, wird dieses Monitoring auf HSVd 2009 weitergeführt. Geplant ist die Testung von ca. 250 Hopfenproben.

Wir hoffen, dass durch diese Untersuchungen HSVd-Infektionen in den Zuchtgärten in Hüll, Rohrbach und Freising, bei den Vermehrungsbetrieben der Gesellschaft für Hopfenforschung sowie in Praxisbeständen in der Hallertau, im Elbe-Saale-Gebiet und in Tett nang auszuschließen sind.

### **Literatur**

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., M. Kappen, C. Huber, M. Kistler, D. Köhler (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.

## **1.2.2 Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik**

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

**Projektleitung:** LD J. Portner  
**Bearbeitung:** LA J. Münsterer

In drei Bewässerungsversuchen an den Standorten Hüll, Ilmendorf und Lurz werden die für einen optimalen Hopfenertrag erforderlichen Bewässerungsmengen und -zeitpunkte in verschiedenen Versuchsvarianten und Stufen ermittelt. Verglichen wird die betriebsübliche Bewässerungssteuerung mit computergestützten Wasserhaushaltsmodellen und Verfahren zur Messung der Bodenfeuchte.

### **Blattdüngung mit Nutri-Phite Magnum S**

**Bearbeitung:** LA E. Niedermeier  
**Laufzeit:** 2006 - 2008

Nutri-Phite Magnum S ist eine NPK-Düngerlösung zur Blattapplikation und soll die Vitalität und Widerstandsfähigkeit der Hopfenpflanze steigern. Die Beerntung erfolgt hinsichtlich Ertrag und Alphasäuregehalt. Die Ergebnisse des 3 jährigen Versuchs sind unter Punkt 5 des Jahresberichts ausführlich dargestellt.

## **Düngungsversuch zu Kalifixierung**

**Projektleitung:** LD J. Portner  
**Bearbeitung:** LA E. Niedermeier  
**Laufzeit:** 2006 - 2009

Der Düngungsversuch zur Behebung der Kalifixierung wurde 2006 auf einer Verdachtsfläche angelegt. Im Vergleich zu 0-Parzellen werden die Düngungsstufen 300 kg K<sub>2</sub>O/ha und 600 kg K<sub>2</sub>O/ha mehrjährig geprüft. Der Einfluss von chloridarmen bzw. chloridhaltigem Kali mit und ohne Magnesium wird ebenfalls untersucht. Die bisherigen Versuchsergebnisse zeigen eine positive Ertragsreaktion auf Kalidüngung. Aussagen über die bevorzugte Form der Kalidünger können aufgrund der schwankenden Versuchsergebnisse bisher nicht gemacht werden. Der Versuch wird daher noch ein Jahr fortgeführt.

## **Ermittlung des optimalen Erntezeitpunktes bei der Sorte Herkules**

**Bearbeitung:** LD J. Portner, LAR A. Lutz  
**Laufzeit:** 2006 - 2009

Um den optimalen Erntezeitpunkt für die Hochalphasorte Herkules in der Hallertau zu ermitteln, wurden aus einem Praxisbestand jeweils im Abstand von 3-4 Tagen in vierfacher Wiederholung 20 Aufleitungen geerntet. Die Beerntung erfolgte zu 5 Ernteterminen. Ausgewertet wurde hinsichtlich Ertrag, Alphasäuregehalt, Aroma und äußere Qualität (Pflücke, Farbe und Glanz, Zapfenwuchs und Mängel). Die ersten Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Erntereife bei der Sorte Herkules in normalen Jahren ab Mitte September erreicht wird. Die stabile äußere Qualität und der relativ konstante Alphasäuregehalt lassen auf ein weites Erntefenster schließen.

## **Optimierung der Trocknungsleistung und Möglichkeiten der Energieeinsparung bei der Hopfentrocknung**

**Bearbeitung:** LA J. Münsterer

Durch die richtige Luftgeschwindigkeit in Hordendarren kann die Trocknungsleistung gesteigert und der Energieeinsatz optimiert werden. Da punktuelle Messungen der Luftgeschwindigkeit aufgrund der Ungleichmäßigkeit bei der Trocknung nicht aussagekräftig sind, werden Messverfahren entwickelt und erprobt, mit welchen die aktuelle Luftgeschwindigkeit gemittelt über die Darrfläche errechnet und geregelt werden kann.

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

**Projektleitung:** LD J. Portner  
**Bearbeitung:** LA 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 erhöht 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 Alphasäure 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. Die bisherigen Ergebnisse zeigen vom Trend, dass der engere Stockabstand dem weiteren ertraglich überlegen ist und die 2-rebige Aufleitung gegenüber der 3-rebigen Vorteile besitzt. Eine abschließende Bewertung erfolgt nach der nächsten Ernte.

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

**Bearbeitung:** LAR J. Schätzl  
LOI S. Fuß  
**Laufzeit:** 2007 - 2009

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 Peronosporabehandlungen mit einem Strobilurinpräparat und einem Vergleichsmittel einer anderen Wirkstoffgruppe ausgetracht und hinsichtlich Ertrag und Alphasäuregehalt beerntet.

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

**Projektleitung:** LD J. Portner  
**Bearbeitung:** LA 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:** LD J. Portner  
**Bearbeitung:** LA 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 2 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:** LD J. Portner  
**Bearbeitung:** LAR 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 5 jährigen Versuch an den Peronosporastandorten ermittelt werden. Dazu wird der von den Adcon-Wetterstationen errechnete Index mit den Aufrufen nach dem Kremheller-Modell verglichen, um einen Adcon-Schwellenwert für anfällige und tolerante Sorten zu bestimmen. In Exaktversuchen wird überprüft, ob die unterschiedlich generierten Spritzaufrufe ertrags- und qualitätsbeeinflussend waren.

### **1.2.3 Forschungsschwerpunkte Hopfenqualität und Analytik**

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

**Projektleitung:** ORR Dr. K. Kamhuber  
**Bearbeitung:** CL E. Neuhof-Buckl, CTA S. Weihrauch, CTA B. Wyschkon, Dipl. Ing. Agr. C. Petzina, ORR Dr. K. Kamhuber  
**Kooperation:** AG Hopfenbau, Produktionstechnik IPZ 5a, AG Pflanzenschutz im Hopfenbau IPZ 5b, AG Züchtungsforschung Hopfen IPZ 5c  
**Laufzeit:** Daueraufgabe

Hopfen wird wegen seiner Inhaltsstoffe angebaut. Deshalb ist für eine erfolgreiche Hopfenzüchtung 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 $\alpha$ -Säuregehalt basierend auf HPLC-Daten**

<b>Projektleitung:</b>	ORR Dr. K. Kammhuber
<b>Kooperation:</b>	Dr. M. Biendl, Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft mbH J. Betzenbichler, Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft mbH R. Schmidt, NATECO2 GmbH & Co. KG, St. Johann U. Weiss, Hopfenveredelung St. Johann GmbH & Co. KG, St. Johann
<b>Bearbeitung:</b>	CL E. Neuhof-Buckl, CTA B. Wyschkon, Dipl. Ing. Agr. C. Petzina, ORR Dr. K. Kammhuber
<b>Laufzeit:</b>	September 2000 bis August 2008

Seit dem Jahr 2000 wird 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. Jedes Jahr wurde die bestehende Kalibrierung durch Anfügen neuer Datensätze erweitert und verbessert. 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 genau so exakt ist wie die konduktometrische Titration nach EBC 7.4. Da aber keine Verbesserung mehr möglich war, wurde entschieden die Entwicklung der gemeinsamen Kalibrierung zu beenden. Zur Ernte 2008 wurde noch einmal eine gemeinsame Kalibriergleichung erstellt. Im Hüller Labor wird die NIRS-Methode fortgeführt. Als Screening Methode für die Hopfenzüchtung ist NIRS sicherlich geeignet.

### **Entwicklung von Analysemethoden für die Hopfenpolyphenole**

<b>Projektleitung:</b>	ORR Dr. K. Kammhuber
<b>Kooperation:</b>	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA)
<b>Bearbeitung:</b>	CL E. Neuhof-Buckl, ORR Dr. K. Kammhuber
<b>Laufzeit:</b>	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 Analysemethoden zur Verfügung zu haben. Es gibt bis jetzt noch keine offiziellen standardisierten Analysemethoden. Im Jahr 2007 wurden von der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik erste Ringversuche für den Gesamtpolyphenol- und -flavonoidgehalt im Hopfen durchgeführt. Bei den Gesamtpolyphenolbestimmungen sind

die Variationskoeffizienten noch relativ hoch. An der Verbesserung wird gearbeitet. Die Bestimmung des Gesamtflavonoidsgehalt funktioniert schon ganz gut. In einem ersten Ringversuch wurde eine HPLC-Methode für Quercetin und Kämpferol getestet. Die ermittelten Ergebnisse waren vergleichbar.

### **Einführung und Etablierung der UHPLC in die Hopfenanalytik**

**Projektleitung:** ORR Dr. K. Kammhuber  
**Bearbeitung:** CTA B. Wyschkon, Dipl. Ing. Agr. C. Petzina,  
ORR 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 können deutlich reduziert werden, 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 Lösungsmittelersparnis. Mit der Anschaffung der UHPLC-Anlage ist das Hüller Labor auf dem neuesten technischen Stand und es können Forschungsprojekte eingeworben werden. Ein Projektvorschlag wäre z.B. das Welthopfensortiment mit Hilfe der niedermolekularen Polyphenole zu differenzieren.



## 1.2.4 Pflanzenschutz im Hopfen

### Prüfung von Pflanzenschutzmitteln für Zulassung bzw. Genehmigungen und Beratungsunterlagen 2008

**Projektleitung:** LLD Bernhard Engelhard

**Bearbeitung:** Johannes Schwarz, Georg Meyr

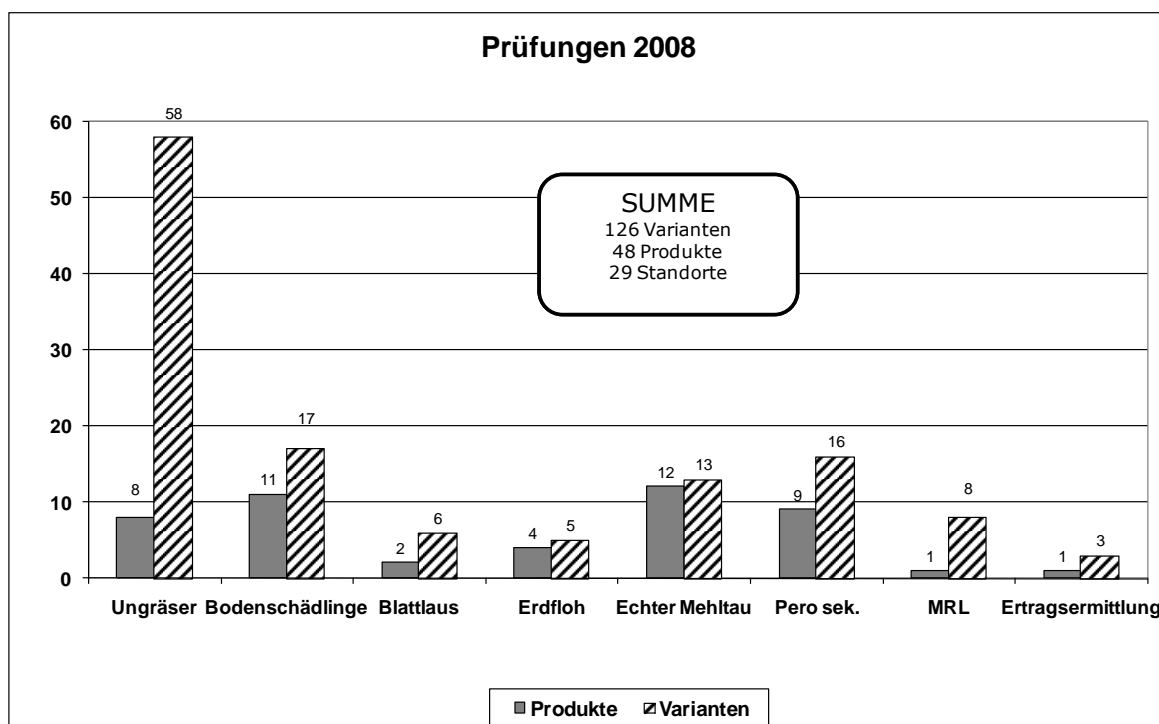


Abbildung 1.1: Prüfungen

Ein neuer Schwerpunkt war die Prüfung von Herbiziden gegen Jährige Risppe (*Poa annua*) und Hirsearten während der Vegetationsperiode und nach der Ernte. Neben Wasser- und Nährstoffkonkurrenz beeinträchtigt ein dichter Bewuchs die mechanischen Bodenbearbeitungsmaßnahmen. Neu ist auch die Prüfung von Insektiziden gegen den Erdfloh im Frühjahr und nach der Doldenbildung.

## 2 Witterung 2008 – Sommertemperaturen im Februar und überdurchschnittliche Wärmegrade während des ganzen Jahres

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

Wie im Vorjahr gab es auch 2007/2008 einen ausgefallenen Winter ohne Schnee. Nur während der ersten Januarhälfte war der Boden bis 20 cm Tiefe gefroren.

Die Witterung verleitete bereits am 23.02. einige Hopfenpflanzer, mit dem Schneiden des Hopfens zu beginnen, was angesichts der Temperaturen am 24.02. bis max. 20° teilweise zu verstehen war. Der phänologische Vegetationsbeginn fiel auf den 15. März.

März und April waren verregnet und vergleichsweise kalt. Diese unangenehme Witterung brachte Erschwernisse bei

- der Fertigstellung der Gerüstanlagen
- der Bodenprobenziehung für die Stickstoffuntersuchung und
- den Bodenbearbeitungsmaßnahmen „Schneiden“ und „Kreiseln“.

Hinsichtlich Krankheiten und Schädlinge hatten diese Bedingungen folgende Auswirkungen:

- extrem viel Peronospora-Primärinfektionen, die bis Mitte Juni immer wieder zu Neuinfektionen führten,
- sehr wenig Vorkommen des Liebstöckelrüsslers (es konnte kein Standort mit ausreichend Befall für einen Versuch gefunden werden),
- starken Drahtwurmbefall und
- verzögerten Spinnmilbenbefall.

Besonders schwierig war die Pflanzung und Pflege von Junganlagen.

Die erste Maihälfte war warm und trocken; aber bereits am 17. Mai wurde diese Periode wieder von einer Zeitspanne mit ergiebigem Dauerregen abgelöst. Kombiniert mit dem Auftreten der verspäteten Eisheiligen um den 20. Mai war das Wachstum gestoppt. Überraschend war unter diesen Bedingungen der starke, massierte Zuflug von Aphisfliegen ab dem 13. Mai mit einem Höhepunkt Ende Mai.

Schauer und Gewitter mit vereinzelt Starkregen kennzeichneten die Monate Juni und Juli. Gute Wachstumsbedingungen führten bei Hallertauer Magnum und Hallertauer Mittelfrüher am 20. Juni zu ersten Ansätzen von Blüten.

In der Hallertau waren die Niederschläge immer ausreichend, wenn auch in den nördlichen Gebieten (Abensberg, Jura) deutlich weniger Regen zu verzeichnen war als im Zentrum der Hallertau. Im Anbaugebiet Spalt kam der Regen immer noch gerade zum letzten Zeitpunkt; im Siegelbezirk Hersbruck führte Wassermangel zu Ertragsausfällen.

In der Hallertau führte die für den Hopfen günstige Witterung (Regen und angenehm warm) zu einer Rekordernte. Bereits am 14. August wurden deutlich überdurchschnittliche Alphasäuregehalte bei den frühreifenden Aromasorten (Perle bis 7 %) gemessen. Auch die Hochalphasorten zogen schnell nach, so dass insgesamt eine Rekordernte hinsichtlich Alphasäureertrag eingebracht werden konnte. Hinsichtlich Krankheits- und Schädlingsbefall gab es keine Probleme.

Am 7. August verwüstete in der Hallertau von 20.00 bis 22.00 Uhr ein Unwetter östlich von Hüll ca. 200 ha Hopfengärten.

## 2.1 Witterungsdaten (Monatsmittelwerte bzw. Monatssummen) vom Jahre 2008 im Vergleich zu den 10- und 50-jährigen Mittelwerten

Monat		Temperatur in 2 m Höhe			Relat. Luftf. (%)	Nieder-schlag (mm)	Tage m. N'schlag >0,2 mm	Sonnen-schein (Std.)
		Mittel (°C)	Min.Ø (°C)	Max.Ø (°C)				
Januar	2008	2,2	-1,3	6,4	88,8	50,3	9,0	90,4
	Ø 10-j.	-0,6	-4,0	3,1	88,4	50,6	12,4	73,9
	50-j.	-2,4	-5,1	1,0	85,7	51,7	13,7	44,5
Februar	2008	2,7	-2,5	9,3	84,7	39,2	12,0	174,3
	Ø 10-j.	0,6	-4,0	5,5	85,0	40,0	12,0	96,2
	50-j.	-1,2	-5,1	2,9	82,8	48,4	12,8	68,7
März	2008	4,3	-0,1	9,1	82,8	84,0	16,0	126
	Ø 10-j.	4,2	-0,8	9,8	80,1	68,3	12,9	149,4
	50-j.	2,7	-2,3	8,2	78,8	43,5	11,3	134,4
April	2008	8,4	3,0	14,5	83,5	118,1	21,0	148,1
	Ø 10-j.	8,9	2,9	15,2	73,6	56,3	11,3	190,3
	50-j.	7,4	1,8	13,3	75,9	55,9	12,4	165,0
Mai	2008	15,0	8,5	22,0	74,1	50,1	11,0	249,1
	Ø 10-j.	14,0	7,7	20,3	72,9	93,3	12,7	221,5
	50-j.	11,9	5,7	17,8	75,1	86,1	14,0	207,4
Juni	2008	17,6	11,4	24,0	74,8	110,6	18,0	201,5
	Ø 10-j.	17,1	10,4	23,7	72,9	89,8	13,5	250,2
	50-j.	15,3	8,9	21,2	75,6	106,1	14,2	220,0
Juli	2008	17,7	11,6	24,8	76,4	129,5	18,0	226,6
	Ø 10-j.	17,9	11,9	24,5	75,9	96,9	16,2	228,3
	50-j.	16,9	10,6	23,1	76,3	108,4	13,9	240,3
August	2008	17,5	11,4	24,7	77,7	92,9	14,0	224,1
	Ø 10-j.	17,4	11,4	24,3	78,1	88,3	12,3	209,7
	50-j.	16,0	10,2	22,5	79,4	94,9	13,3	218,4
September	2008	11,9	6,9	17,8	83,0	55,6	15,0	125,6
	Ø 10-j.	13,5	8,1	19,9	83,2	76,9	12,2	165,3
	50-j.	12,8	7,4	19,4	81,5	65,9	11,4	174,5
Oktober	2008	8,5	4,0	14,2	86,8	57,8	11,0	107,4
	Ø 10-j.	9,3	5,0	14,7	87,6	68,9	12,8	114,5
	50-j.	7,5	2,8	13,0	84,8	60,0	10,4	112,9
November	2008	4,0	0,4	8,6	86,8	44,9	10	77,5
	Ø 10-j.	3,2	-0,1	6,7	92,1	67,3	13,1	61,6
	50-j.	3,2	-0,2	6,4	87,5	58,8	12,6	42,8
Dezember	2008	0,6	-1,8	3,5	87,0	51,2	15,0	71,6
	Ø 10-j.	0,1	-2,9	3,3	91,1	45,4	13,4	62,2
	50-j.	-0,9	-4,4	1,6	88,1	49,1	13,3	34,3
Jahr 2008		9,2	4,3	14,9	82,2	884,2	170,0	1822,2
10 – jähriges Mittel		8,8	3,8	14,3	81,7	841,8	154,8	1823,0
50 – jähriges Mittel		7,4	2,5	12,5	81,0	828,8	153,3	1663,2

Das 50-jährige Mittel bezieht sich auf die Jahre 1927 bis einschließlich 1976, das 10-jährige Mittel bezieht sich auf die Jahre 1998 bis einschließlich 2007.

### 3 Statistische Daten zur Hopfenproduktion

LD Johann Portner, Dipl. Ing. agr.

#### 3.1 Anbaudaten

##### 3.1.1 Struktur des Hopfenbaus

Tabelle 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			

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

Anbaugebiet	Hopfenanbauflächen				Hopfenbaubetriebe				Hopfenfläche je Betrieb in ha	
	in ha		Zunahme + / Abnahme - 2008 zu 2007		2007	2008	Zunahme + / Abnahme - 2008 zu 2007		2007	2008
	2007	2008	ha	%			Be- triebe	%		
Hallertau	14 754	15 678	+ 923	+ 6,3	1 222	1 213	- 9	- 0,7	12,07	12,92
Spalt	384	382	- 2	- 0,5	84	81	- 3	- 3,6	4,57	4,72
Tettmang	1 193	1 233	+ 40	+ 3,3	174	172	- 2	- 1,1	6,86	7,17
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	19	19	± 0	± 0	2	2	± 0	± 0	9,50	9,50
Elbe-Saale	1 321	1 383	+ 63	+ 4,7	29	29	± 0	± 0	45,55	47,69
<b>Deutsch- land</b>	<b>17 671</b>	<b>18 695</b>	<b>+ 1024</b>	<b>+ 5,8</b>	<b>1 511</b>	<b>1 497</b>	<b>- 14</b>	<b>- 0,9</b>	<b>11,70</b>	<b>12,49</b>

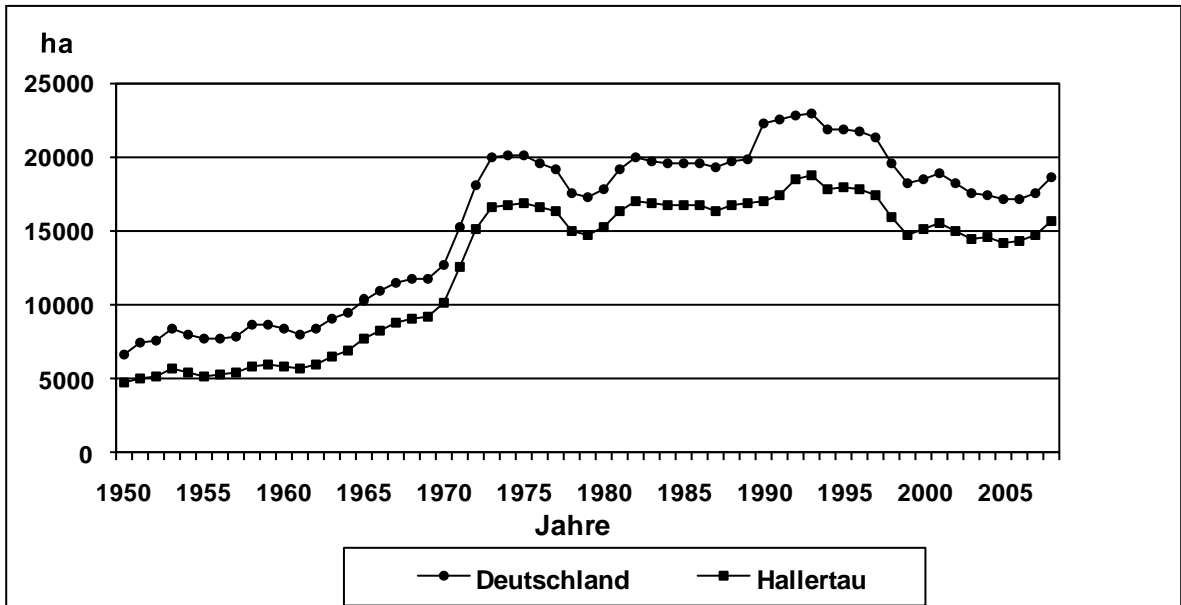


Abbildung 3.1: Hopfenanbauflächen in Deutschland und in der Hallertau

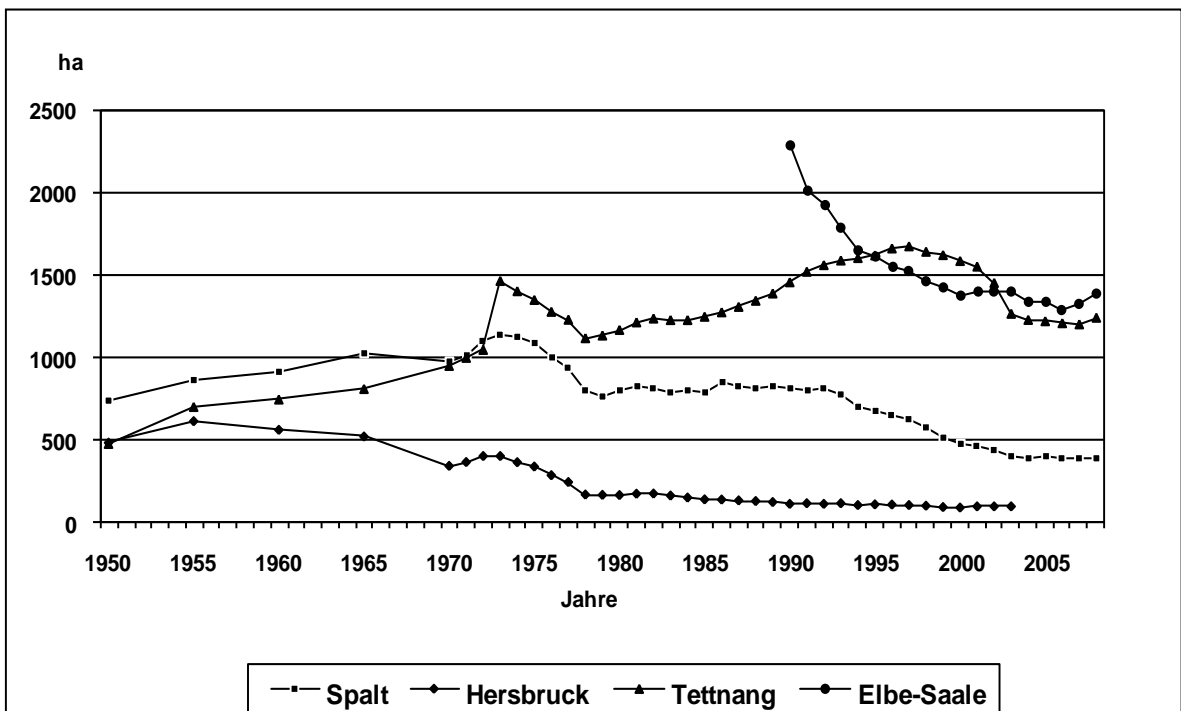


Abbildung 3.2: Hopfenanbauflächen in den Gebieten Spalt, Hersbruck, Tettwang und Elbe-Saale

Das Anbauggebiet Hersbruck gehört seit 2004 zur Hallertau

### 3.1.2 Hopfensorten

Bei den Hopfensorten gab es in 2008 nach Jahren der Zunahme der Aromasorten eine deutliche Verschiebung des Anbaus in Richtung Bitterstoffsorten. Ursache dafür ist die neue Hochalphasorte Herkules, von der allein im Berichtsjahr 1000 ha eingelegt wurden. Die Sorte hat bereits 10 % Flächenanteil und ist mit 1868 ha jetzt die zweitgrößte Bitterstoffsorte und fünftgrößte Sorte in Deutschland. Der Anteil der Aromasorten im Jahr 2008 beträgt nur noch 56,2 % gegenüber 59,1 % in 2007. Dem entsprechend haben die Bitterstoffsorten von 40,9 % Flächenanteil auf 43,8 % im Jahr 2008 zugelegt.

Aufgrund der angebotenen guten Vorvertragskonditionen wurde der Hopfenanbau in Deutschland um 1024 ha ausgeweitet. Bei den Aromasorten profitierten davon im geringen Maße die Sorten Perle (+ 52 ha) und Hallertauer Tradition (+ 46 ha). Die neuen Aromasorten Saphir, Opal und Smaragd konnten ihre Anbaufläche gerade halten oder nur geringfügig steigern. Neu in der Statistik taucht die alte hochfeine Aromasorte Saazer auf, die in der Hallertau und im Anbaugebiet Elbe-Saale im geringen Umfang (11 ha) eingelegt wurde. Die Fläche der Bitterstoffsorten nahm 2008 um 958 ha zu, wobei die Flächenmehrung hauptsächlich bei der Sorte Herkules erfolgte.

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

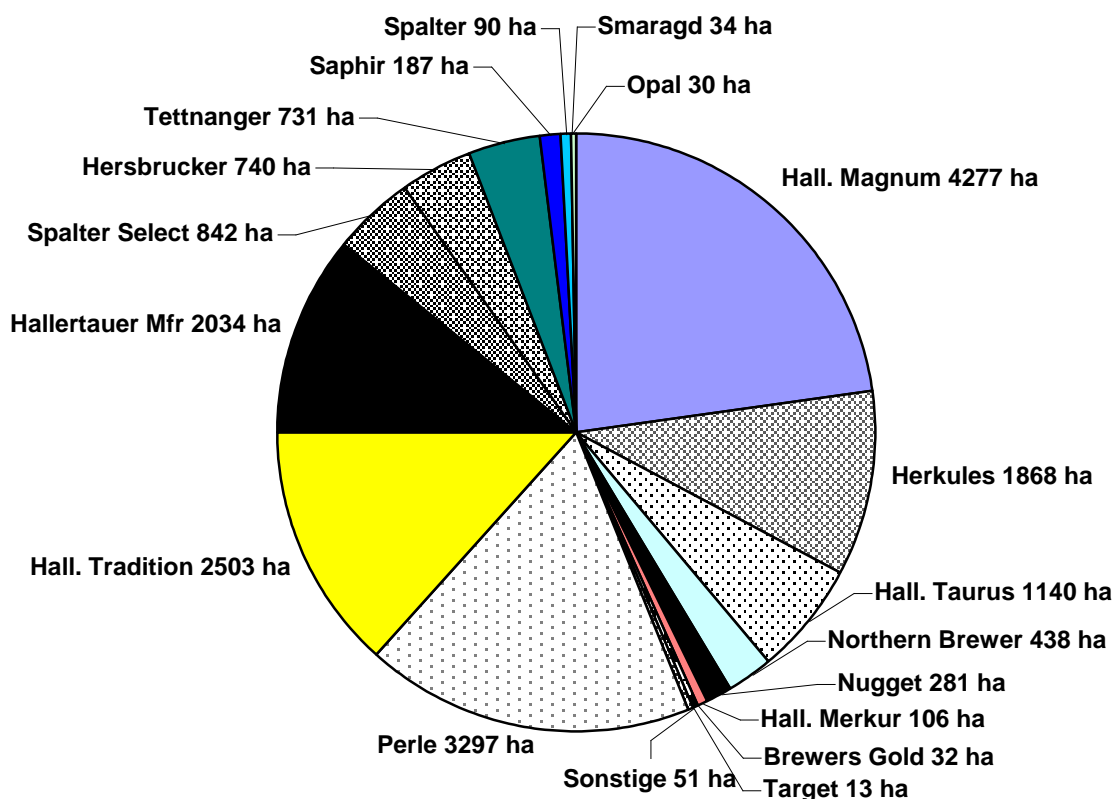


Abbildung 3.3: Flächenanteile der Hopfensorten in Deutschland 2008

Tabelle 3.3: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2008  
Aromasorten

Anbaugebiet	Anbau- fläche gesamt	HA	SP	TE	HE	PE	SE	HT	SR	OL	SD	Sonst.	Aromasorten	
													ha	%
Hallertau	15.678	1.557	5		735	3.060	735	2.401	187	30	34	5	8.749	55,8
Spalt	382	106	86		6	23	106	27					353	92,4
Tettwang	1.233	369		731		59		37					1.196	97,0
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	19	1				8	2	5					16	85,8
Elbe-Saale	1.383					147		34				8	188	13,6
<b>Deutschland</b>	<b>18.695</b>	<b>2.034</b>	<b>90</b>	<b>731</b>	<b>740</b>	<b>3.297</b>	<b>842</b>	<b>2.503</b>	<b>187</b>	<b>30</b>	<b>34</b>	<b>13</b>	<b>10.502</b>	<b>56,2</b>
Sortenanteil in %		10,9	0,5	3,9	4,0	17,6	4,5	13,4	1,0	0,2	0,2	0,1		

### Sortenveränderung in Deutschland

2007 ha	17.671	2.082	92	725	747	3.246	846	2.457	186	24	30	2	10.436	59,1
2008 ha	18.695	2.034	90	731	740	3.297	842	2.503	187	30	34	13	10.502	56,2
Veränderung in ha	+ 1.024	- 48	- 2	+ 6	- 7	+ 52	- 4	+ 46	+ 1	+ 6	+ 4	+ 11	+ 66	- 2,9

Tabelle 3.4: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2008  
Bitterstoffsorten

Anbaugebiet	NB	BG	NU	TA	HM	TU	MR	HS	Sonst.	Bitterstoffsorten	
										ha	%
Hallertau	306	32	251	9	3.428	1.109	73	1.699	21	6.929	44,2
Spalt					3		10	16		29	7,6
Tettwang					1	7		20	9	37	3,0
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz					2					3	14,2
Elbe-Saale	132		30	4	842	23	23	133	8	1195	86,4
<b>Deutschland</b>	<b>438</b>	<b>32</b>	<b>281</b>	<b>13</b>	<b>4.277</b>	<b>1.140</b>	<b>106</b>	<b>1.868</b>	<b>38</b>	<b>8.193</b>	<b>43,8</b>
Sortenanteil in %	2,3	0,2	1,5	0,1	22,9	6,1	0,6	10,0	0,2		

### Sortenveränderung in Deutschland

2007 ha	471	31	290	13	4.263	1.146	123	868	31	7.235	40,9
2008 ha	438	32	281	13	4.277	1.140	106	1.868	38	8.193	43,8
Veränderung in ha	- 33	+ 1	- 9	0	+ 14	- 6	- 17	+ 1.000	+ 7	+ 958	+ 2,9

### 3.2 Ertragssituation im Jahr 2008

Die Hopfenernte 2008 in Deutschland beträgt 39 676 470 kg (= 793 529 Ztr.) gegenüber 32 138 870 kg (= 642 777 Ztr.) im Jahre 2007. Die Erntemenge liegt damit um 7 537 600 kg (= 150 752 Ztr.) über dem Vorjahresergebnis; dies bedeutet eine Steigerung um 23,4 %. Ohne Übertreibung kann man von einer Spitzenernte sprechen, zumal die Alphagehalte ebenfalls überdurchschnittliche Werte aufwiesen.

Tabelle 3.5: Hektarerträge und Relativzahlen in Deutschland

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Ertrag kg/ha bzw. (Ztr./ha)	1444 kg (28,9 Ztr.)	1900 kg (38,0 Ztr.)	2006 kg (40,1 Ztr.)	1660 kg (33,2 Ztr.)	1819 kg (36,4 Ztr.)	2122 kg (42,4 Ztr.)
Relativ zu 100% (langj. Ø = 35 Ztr.)	82,5	108,6	114,6	94,9	103,9	121,3
Anbaufläche in ha	17.563	17.476	17.179	17 170	17.671	18.695
Gesamternte in kg bzw. Ztr.	25.356.200 kg = 507.124 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.

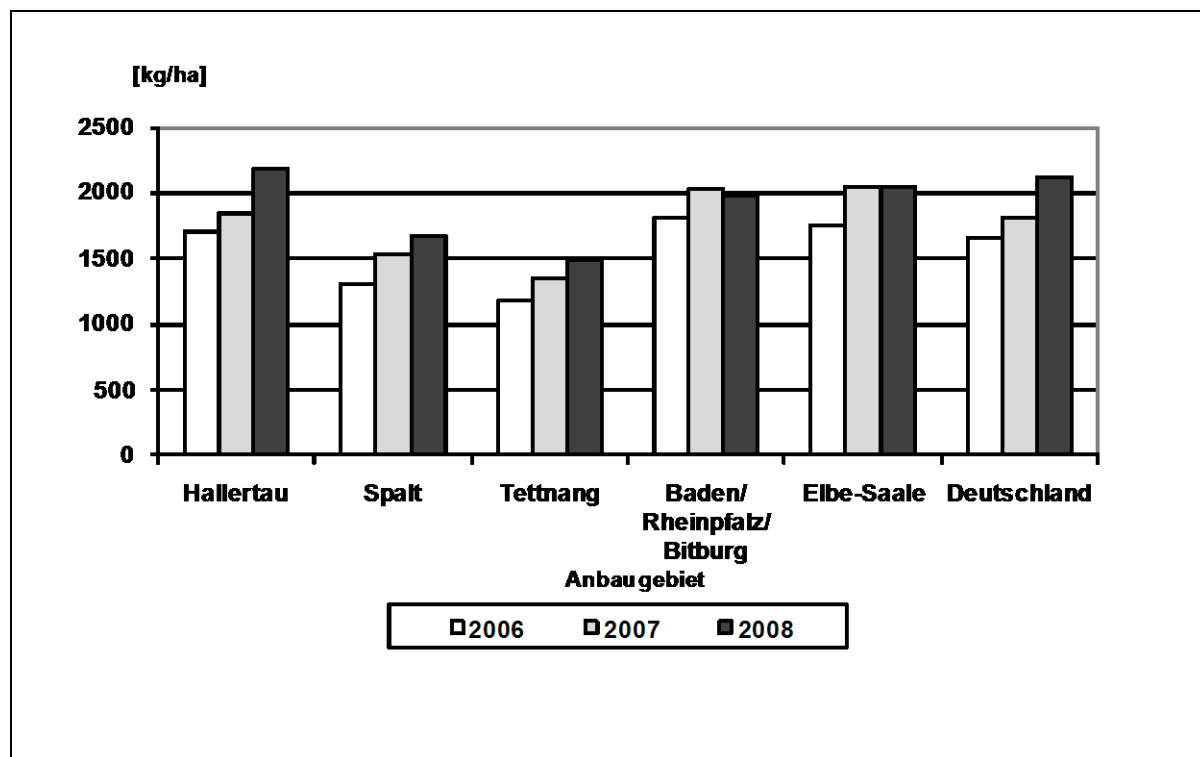


Abbildung 3.4: Durchschnittserträge der einzelnen Anbauggebiete in kg



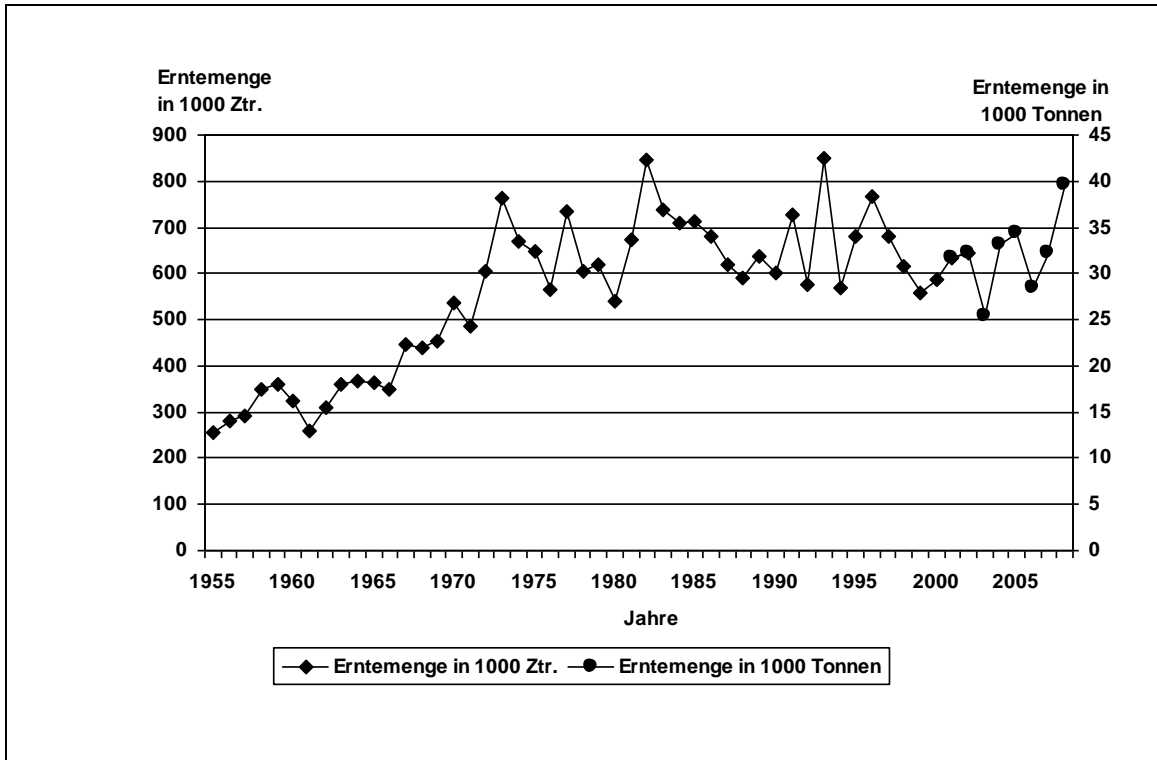


Abbildung 3.5: Erntemenge in Deutschland

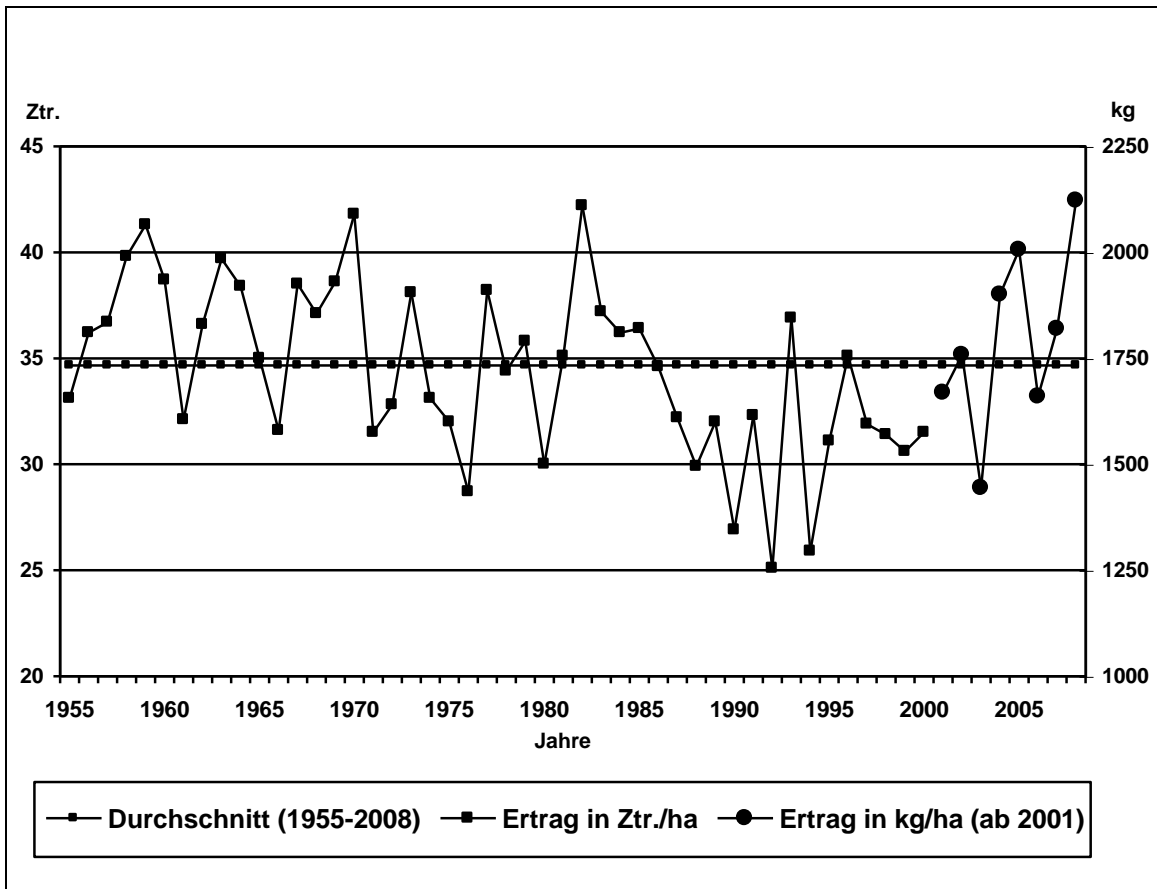


Abbildung 3.6: Durchschnittsertrag (Ztr. bzw. kg/ha) in Deutschland

Tabelle 3.6: Hektar-Erträge in den deutschen Anbaubereichen

Anbaubereich	Erträge in Ztr./ha Gesamtfläche (ab 2001 in kg/ha)								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Hallertau	33,6	1724	1825	1462	1946	2084	1701	1844	2190
Spalt	20,9	1298	1464	1131	1400	1518	1300	1532	1680
Hersbruck	26,8	1233	1306	983	- *	- *	- *	- *	- *
Tett nang	16,4	1212	1360	1216	1525	1405	1187	1353	1489
Bad./Rheinpfl.	31,6	1445	1763	1936	1889	1881	1818	2029	1988
Bitburg	30,0	1594	1576	1555	1895	1867	1754	2043	2046
Ø Ertrag je ha									
Deutschland	31,5	1669 kg	1758 kg	1444 kg	1900 kg	2006 kg	1660 kg	1819 kg	2122 kg
Gesamternte									
Deutschland		31 739 t	32 271 t	25 356 t	33 208 t	34 467 t	28 508 t	32 139 t	39 676 t
(t bzw. Ztr.)	585 964	634 782	645 419	507 124	664 160	689 335	570 165	642 777	793 529
Anbaufläche									
Deutschland	18 598	19 020	18 352	17 563	17 476	17 179	17 170	17 671	18 695

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

Tabelle 3.7: Alpha-Säurewerte der einzelnen Hopfensorten

Anbaubereich/Sorte	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Ø 5 Jahre	Ø 10 Jahre
Hallertau Hallertauer	4,1	4,9	4,6	4,6	3,1	4,3	4,4	2,4	3,9	<b>4,4</b>	<b>3,9</b>	<b>4,1</b>
Hallertau Hersbrucker	2,1	4,9	3,0	3,2	2,1	3,0	3,5	2,2	2,6	<b>2,9</b>	<b>2,8</b>	<b>3,0</b>
Hallertau Hall. Saphir						3,4	4,1	3,2	4,6	<b>5,1</b>	<b>4,1</b>	
Hallertau Opal									7,4	<b>9,4</b>		
Hallertau Smaragd									6,1	<b>6,7</b>		
Hallertau Perle	7,0	8,1	7,0	8,6	3,9	6,4	7,8	6,2	7,9	<b>8,5</b>	<b>7,4</b>	<b>7,1</b>
Hallertau Spalter Select	4,5	6,4	4,8	6,0	3,2	4,9	5,2	4,3	4,7	<b>5,4</b>	<b>4,9</b>	<b>4,9</b>
Hallertau Hall. Tradition	6,0	7,1	6,3	7,2	4,1	6,3	6,3	4,8	6,0	<b>7,5</b>	<b>6,2</b>	<b>6,2</b>
Hallertau North. Brewer	9,0	10,1	9,6	10,1	6,0	9,8	9,8	6,4	9,1	<b>10,5</b>	<b>9,1</b>	<b>9,0</b>
Hallertau Hall. Magnum	13,4	14,4	13,9	14,6	11,7	14,8	13,8	12,8	12,6	<b>15,7</b>	<b>13,9</b>	<b>13,8</b>
Hallertau Nugget	10,0	12,9	11,9	12,4	8,5	10,6	11,3	10,2	10,7	<b>12,0</b>	<b>11,0</b>	<b>11,1</b>
Hallertau Hall. Taurus	15,9	15,6	15,7	16,5	12,3	16,5	16,2	15,1	16,1	<b>17,9</b>	<b>16,4</b>	<b>15,8</b>
Hallertau Hall. Merkur						13,5	13,3	10,3	13,0	<b>15,0</b>	<b>13,0</b>	
Hallertau Herkules									16,1	<b>17,3</b>		
Tett nang Tett nanger	3,8	4,9	4,4	4,6	2,6	4,7	4,5	2,2	4,0	<b>4,2</b>	<b>3,9</b>	<b>4,0</b>
Tett nang Hallertauer	4,2	4,8	4,5	4,8	3,1	5,0	4,8	2,6	4,3	<b>4,7</b>	<b>4,3</b>	<b>4,3</b>
Spalt Spalter	3,8	4,0	4,4	4,6	3,1	4,4	4,3	2,8	4,6	<b>4,1</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>
Elbe-S. Hall. Magnum	12,2	14,0	13,9	13,9	10,2	14,0	14,4	12,4	13,3	<b>12,2</b>	<b>13,3</b>	<b>13,1</b>

## 4 Züchtungsforschung Hopfen

RDin Dr. Elisabeth Seigner, Dipl. Biol.

### 4.1 Klassische Züchtung

Neue Hopfensorten müssen den Anforderungen der Hopfen- und Brauwirtschaft entsprechen und daher sind Ertrag, Resistenz und Brauqualität die wichtigsten Zuchtziele. Das Hüller Zuchtmaterial mit über 15.000 weiblichen, 4.000 männlichen Zuchtstämmen, 150 Sorten aus dem In- und Ausland sowie Hunderten von Wildhopfen mit weltweitem Ursprung bietet für etwa 100 Kreuzungen, die jedes Jahr durchgeführt werden, die Grundlage, um im Aroma- wie auch im Hochalpha-Bereich entscheidende züchterische Fortschritte in den neuen Sorten realisieren zu können.

Seit Jahren unterstützen biotechnologische und genomanalytische Methoden die klassische Kreuzungszüchtung.

#### 4.1.1 Kreuzungen 2008

2008 wurden insgesamt 71 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 Tabelle 4.1 zusammengestellt.

Tabelle 4.1: Zuchtziele der Kreuzungen 2008

Zuchtrichtung kombiniert mit Resistenz / Toleranz gegen versch. Hopfenkrankheiten	Weitere Anforderungen	Anzahl der Kreuzungen
<b>Aromatyp</b>	neue Mehлтаuresistenzen aus Wildhopfen	23
	Niedriggerüsteignung	7
	hoher Betasäuregehalt	1
<b>Dualtyp</b>	Eignung zur Entwicklung von molekularen Markern	1
<b>Hoch-Alpha-säuren-Typ</b>	keine	21
	neue Mehлтаuresistenzen aus Wildhopfen	2
	hoher Xanthohumolgehalt	1
	hoher Betasäuregehalt	3
	Niedriggerüsteignung	12

#### 4.1.2 Herkules - der neue Star im Hochalpbereich

2005 begann auf ca. 30 ha der Praxisanbau mit „Herkules“. Drei Jahre später wurde die neue Hüller Hochalphasorte bereits auf 1.870 ha angebaut. Schon im Namen, der dem neuen, robusten und leistungsstarken Zuchtstamm gegeben wurde, spiegelte sich die Überzeugung, dass mit dieser neuen Hochalphasorte ein Züchtungsfortschritt gelungen war, der den Taten des kraftstrotzenden Helden der griechischen Mythologie gleichkommt. Doch haben sich die hochgesteckten Erwartungen der Hopfen- und Brauwirtschaft erfüllt?

Um diese Frage zu beantworten, wurden alle Versuchsergebnisse von Herkules bei denen die Sorten Hallertauer Magnum (Magnum) und Hallertauer Taurus (Taurus) im Vergleich angebaut wurden, separat ausgewertet. Es handelt sich hierbei um Ergebnisse von Stammes- und Hauptprüfungen aus unseren Zuchtgärten in Hüll und Rohrbach sowie Anbauprüfungen bei Versuchslandwirten. Diese Praxisflächen sind über die Hallertau verteilt, damit neue erfolgversprechende Zuchtstämme und Sorten unter unterschiedlichen Klima-, Boden- und Bewirtschaftungsbedingungen geprüft werden können. Aus den neun Versuchsjahren von 2000 – 2008 fließen insgesamt 39 Datensätze beim Ertrag und 57 Datensätze bei den Alphasäuregehalten in die Auswertung ein. Alle Versuche liefen ohne künstliche Bewässerung.

Bei der Betrachtung der Ertragsleistung von Herkules im Vergleich zu Magnum und Taurus wird das enorme Ertragspotenzial erkennbar (Tab. 4.2). Mit 3.258 kg/ha liegt er deutlich über den Vergleichssorten. Magnum konnte mit relativ 77 % (40 – 99 %) noch verhältnismäßig gut mithalten, wobei aber die enormen Jahresschwankungen auffallen. Insbesondere in Jahren mit einem sehr warmen Frühsommer, wie dies 2000 und 2007 der Fall war, neigt Magnum zu Frühblüte. Dies führt zu einem geringen Blütenansatz und damit in der Regel zu enttäuschenden Erträgen. Noch deutlicher ist der Unterschied im Ertrag im Vergleich zur Sorte Taurus. Mit relativ 66 % (53 – 74 %) liegt sie um ein Drittel hinter Herkules. Selbst in günstigen Jahren beträgt der Unterschied mehr als 25 %.

Tabelle 4.2: Ertragsleistung von Herkules im Vergleich zu Magnum und Taurus

Jahr	Ertrag in kg/ha			Ertrag relativ (Herkules = 100 %)		
	Magnum	Taurus	Herkules	Magnum	Taurus	Herkules
<b>2000</b>	1445	2148	3653	40	59	100
<b>2001</b>	2345	1663	3118	75	53	100
<b>2002</b>	2133	2342	3265	65	72	100
<b>2003</b>	2088	1475	2538	82	58	100
<b>2004</b>	3213	2410	3258	99	74	100
<b>2005</b>	3159	2651	3570	88	74	100
<b>2006</b>	2707	1821	2971	91	61	100
<b>2007</b>	2388	2460	3545	67	69	100
<b>2008</b>	2797	2357	3404	82	69	100
<b>Mittel</b>	<b>2475</b>	<b>2147</b>	<b>3258</b>	<b>77</b>	<b>66</b>	<b>100</b>

Ein etwas anderes Bild ergibt sich bei den Alphasäuregehalten (Tab. 4.3). In diesem Merkmal sind Herkules und Taurus absolut ebenbürtig. Der Unterschied betrug im Durchschnitt nur 0,1 %.

In den neun Versuchsjahren erwies sich Herkules in drei und Taurus in sechs Jahren als leicht überlegen. Diese Auswertung zeigt eindrucksvoll, dass Taurus sein sehr hohes Alphasäurepotenzial in vollem Umfang an die Tochter Herkules weitervererbt hat.

Recht auffällig ist dagegen die Überlegenheit von Herkules gegenüber Magnum. Der Unterschied beträgt absolut betrachtet bereits 2,5 %. Nur im extrem heißen und trockenen Jahr 2003 lagen die Alphasäuregehalte von Magnum über denen von Herkules. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass die Herkulesbestände teilweise erst im ersten Ertragsjahr standen und somit das Wurzelsystem noch nicht völlig ausgebildet war.

*Tabelle 4.3: Alphasäuregehalt von Herkules im Vergleich zu Magnum und Taurus*

Jahr	Alphasäuregehalt in % (HPLC)			Alphasäuregehalt relativ (Herkules = 100 %)		
	Magnum	Taurus	Herkules	Magnum	Taurus	Herkules
<b>2000</b>	12,4	15,8	18,2	68,6	87,2	100
<b>2001</b>	13,6	17,1	17,6	77,1	97,2	100
<b>2002</b>	14,1	16,6	16,1	87,5	102,9	100
<b>2003</b>	12,2	12,1	11,1	110,2	109,3	100
<b>2004</b>	15,4	17,0	16,9	91,2	100,7	100
<b>2005</b>	14,8	17,3	17,5	84,6	98,5	100
<b>2006</b>	12,1	14,7	14,3	84,8	103,2	100
<b>2007</b>	13,3	16,6	16,5	80,9	100,8	100
<b>2008</b>	16,2	18,9	18,5	87,5	102,1	100
<b>Mittel</b>	<b>13,8</b>	<b>16,2</b>	<b>16,3</b>	<b>85,8</b>	<b>99,8</b>	<b>100,0</b>

Beim Merkmal Alphasäureertrag (Tab. 4.4) wird der enorme Zuchtfortschritt besonders deutlich. Während Magnum beim Merkmal Ertrag in günstigen Jahren noch einigermaßen konkurrenzfähig ist und Taurus im Hinblick auf die Alphasäuregehalte ebenbürtig ist, werden die Unterschiede bei der Multiplikation der beiden Merkmale eklatant. Herkules ist beiden Sorten um etwa ein Drittel überlegen. Keine der zwei Vergleichssorten konnte in einem der in den Vergleich einbezogenen Jahre annähernd das Niveau von Herkules erreichen. In einzelnen Versuchen lag der Alphasäureertrag bei deutlich über 700 kg Alphasäuren/ha. Selbst bei Abzug von 20 % der Ertragsleistung bei der Übertragung auf die zu erwartenden Praxiserträge ergibt sich ein Leistungspotenzial von über 400 kg Alphasäuren/ha.

Hauptgrund für die Ertragsstabilität von Herkules ist die enorme Behangstärke. Zugleich hat er aber auch das Potenzial über die variable Doldengröße im Bedarfsfall noch einiges zu „korrigieren“. Beispielhaft hierfür sind die Erträge am Standort Bogenhausen im Jahr 2008. Der erstauflaufende Bestand fing wegen eines frühen Schnittzeitpunktes zuerst mit der Blüte an. Er hatte daher einen deutlich geringeren Behang, aber sehr große Dolden. Der Ertrag lag trotz des geringen Behangs bei über 3 to/ha. Der normal geschnittene Herkules, der zum dritten Mal beerntet wurde, war sehr stark entwickelt und hatte einen ungemäin starken Behang. Dieser reichte aber nicht mehr bis unten und die Reben waren nicht mehr in der Lage alle Dolden in der entsprechenden Größe auszubilden. Der Ertrag lag bei etwa 3,25 to/ha. Der bereits 2001 ausgepflanzte Herkules wurde mit dem angrenzenden Magnum spät geschnitten und hatte eine mittlere Behangstärke. Die Doldengröße lag auch im mittleren Bereich. Der Ertrag erreichte etwas über 3,6 to/ha.

Tabelle 4.4: Alphasäurenertrag von Herkules im Vergleich zu Magnum und Taurus

Jahr	Alphasäurenertrag in kg $\alpha$ -Säuren/ha			Alphasäurenertrag relativ (Herkules = 100 %)		
	Magnum	Taurus	Herkules	Magnum	Taurus	Herkules
2000	180	340	663	27	51	100
2001	318	284	548	58	52	100
2002	301	388	526	57	74	100
2003	255	179	281	91	64	100
2004	494	409	549	90	74	100
2005	469	458	626	75	73	100
2006	328	268	424	77	63	100
2007	318	408	583	54	70	100
2008	452	445	629	72	71	100
<b>Mittel</b>	<b>341</b>	<b>348</b>	<b>531</b>	<b>67</b>	<b>66</b>	<b>100</b>

Neben der enormen Ertragsleistung machen auch die günstigen agronomischen Eigenschaften wie z. B. homogener Austrieb, zylindrischer Wuchs, gute Pflücke, Herkules für die Landwirte so interessant. Die späte Reife bietet den zusätzlichen Vorteil, dass die Hopfenpflanze ihre bestehende Erntetechnik besser ausnutzen können. Die Hopfenfläche konnte somit ohne zusätzliche Investitionen ausgeweitet werden. Darüber hinaus ist es mit 'Herkules' dem Hopfenforschungszentrum Hüll gelungen, auch wesentliche Forderungen des Hopfenhandels und der Brauer zu erfüllen. Die stabilen, sehr hohen Ertrags- und Alphasäurewerte in Verbindung mit der ausgezeichneten Lagerstabilität der Inhaltsstoffe lassen erwarten, dass Herkules jetzt und ebenso in der Zukunft mit beitragen wird, eine langfristige Liefersicherheit von Qualitätshopfen zu garantieren. Nicht zuletzt überzeugt die neue Sorte auch anspruchsvolle und zugleich ökonomisch orientierte Brauer, weil hohe Alphasäuregehalte gepaart sind mit einer harmonischen, nicht zu kräftigen Bittere im Bier.

#### 4.1.3 „Erhaltungszucht“ bei Hallertauer Tradition (HT08)

Die Hüller Aromasorte Hallertauer Tradition ist seit dem Jahr 1992 im Praxisanbau und bei Landwirten und Brauern gleichermaßen beliebt. Aus agronomischer Sicht bietet Hallertauer Tradition für die Landwirte viele Vorteile:

- gute Stockgesundheit und gleichmäßiger Austrieb
- sehr gute Windefähigkeit
- breite Resistenzen bzw. Toleranzen gegen alle wichtigen Krankheiten
- sehr guter Habitus und Behang
- hohes Ertragspotenzial
- frühe Reife



Auch für die Brauer ist Hallertauer Tradition eine äußerst interessante Sorte, die alle gewünschten Eigenschaften aufweist:

- sehr feines Aroma
- günstiges Öleprofil
- mittlerer bis hoher Bitterwert
- gute Lagerstabilität

## Ziel

Hallertauer Tradition ist mittlerweile mit mehr als 2.500 ha nach Hallertauer Magnum und Perle die drittgrößte Hopfensorte in Deutschland. Darüber hinaus wurde sie über die Jahre zur weltweit zweitgrößten Aromazuchtsorte und die Anbaufläche steigt immer noch langsam an. Hallertauer Tradition wird in vielen Brauereien mit großem Erfolg eingesetzt und fand in den letzten Jahren unter anderem einen stabilen Absatz in Russland und Japan. Ein Teil der Bestände muss in den nächsten Jahren erneuert werden, da nach 12–15 Jahren das Leistungspotenzial abnimmt. Wie vor einigen Jahren bei der Sorte Perle soll auch bei Hallertauer Tradition eine „Erhaltungszucht“ auf den Markt gebracht werden.

## Methode und Vorgehensweise

Hierfür wurden von den Züchtern Ehrmaier und Lutz in einem 1990 mit Hüller Basismaterial bepflanzten Praxisbestand (ca. 1,8 ha) Hopfenstöcke markiert, die optimal entwickelt waren und dem Sortentyp voll entsprachen. Diese 31 Pflanzen wurden anschließend getrennt beerntet, analysiert und bonitiert.

## Ergebnisse

Hierbei ergaben sich überraschend deutliche Unterschiede. Der hochgerechnete Alphasäureertrag/ha schwankte zwischen 200 und 350 kg/ha. Von den besten 10 Pflanzen, die sowohl im Ertrag als auch im Alphasäuregehalt überdurchschnittliche Ergebnisse erbrachten, werden im Frühjahr Fehser geschnitten und auf Virusbefall untersucht. Im Bedarfsfall werden sie über Meristemkultur virusfrei gemacht. Es ist geplant, Fehsermaterial aus der Erhaltungszucht ab dem Jahr 2010 über die Vertragsvermehrter den Hopfenpflanzern zur Verfügung zu stellen.

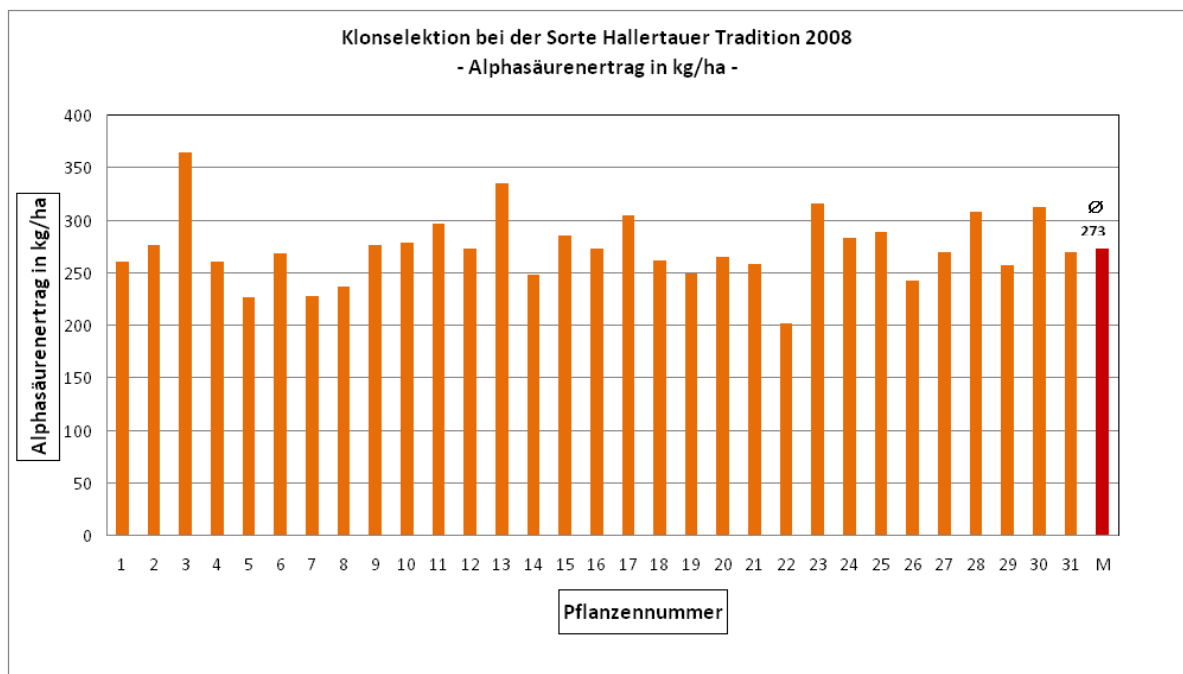


Abbildung 4.1: „Hochgerechnete“ Alphasäureerträge (kg/ha) von 31 ausgewählten Pflanzen der Sorte Hallertauer Tradition mit Angabe des Mittelwerts ( $M = 273$  kg/ha).

#### **4.1.4 Monitoring auf Hop Stunt Viroid (HSVd) von Hopfen**

*Hop Stunt Viroid* (HSVd) ist eine sehr ernst zu nehmende Hopfenkrankheit, die lange Zeit nur aus Japan und Korea bekannt war, wo sie seit den 1940er Jahren bei japanischen Sorten auftrat (Sasaki et al., 1989). 2004 wurde zum ersten Mal in den Hopfengärten der USA HSVd gefunden und 2007 wurden auch in China HSVd-Infektionen bei Hopfen, insbesondere bei der US-Sorte „Marco Polo“, detektiert (Guo et al., 2008). Diese Viroid-Krankheit führte je nach Sorte und Witterungsbedingungen zu massiven Ertragsverlusten und Qualitätsminderungen.

Bei den US-Sorten „Willamette“ und „Glacier“ berichteten Dr. Stephan Kenny und Dr. Ken Eastwell 2007 von Alphasäurenverlusten (kg  $\alpha$  pro ha) von 60 bzw. 75 % ([http://www.usahops.org/graphics/File/Kenny\\_Winter\\_2008.pdf](http://www.usahops.org/graphics/File/Kenny_Winter_2008.pdf)). Da die typischen Symptome einer HSVd-Infektion wie gestauchtes Wachstum, eingerollte Blätter, kleine Dolden und Chlorosen 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.

Wirkungsvolle Pflanzenschutz- und Desinfektionsmittel fehlen, selbst Hitze kann die infektiöse RNA des Viroids nicht unschädlich machen. Bisher gibt es auch keine effektiven Gewebekulturtechniken, über die - wie es bei Virusinfektionen möglich ist - gesundes Pflanzmaterial erzeugt werden kann.

#### **Ziel**

Fürs Erste sollte eine verlässliche Nachweismethode für HSVd etabliert werden, um unabhängig von Krankheitssymptomen schnell abschätzen zu können, ob eine bestimmte Hopfenpflanze viroidfrei ist oder nicht. Ausgehend von den aktuellen Arbeiten zu HSVd in den USA von Eastwell und Nelson (2007) und den bereits 1999 an der LfL im Pathogen-Diagnostiklabor durchgeführten Studien zum Hop Latent Viroid (Knabel et al., 1999) wurde damit begonnen, die RT-PCR (Reverse Transkription Polymerase-Ketten-Reaktion)-Technik für dieses andere Hopfenviroid zu etablieren.

Mit dieser Methode sollten schließlich Hopfen aus den Zuchtgärten in Hüll und Rohrbach, wo ständig Hopfensorten aus anderen Anbaugebieten neu hinzukommen, getestet werden. Durch diese ersten Untersuchungen sollte grob abgeschätzt werden, ob HSVd bereits in Deutschland angekommen ist.

#### **Methoden**

##### **Symptom-bezogene Diagnose**

HSVd-infizierte Hopfen zeigen im typischen Fall verkürzte Internodien an den Haupt- und Seitentrieben und reduzierten Wuchs. Die unteren Blätter sind meist eingerollt, kleiner und zeigen Chlorosen (Abb. 4.2).





*Abbildung 4.2: Bei der US-Sorte „Glacier“ wurden bei HSVd-Infektion gelb-grüne Blätter an der Basis (links) und gestauchtes Wachstum im Frühjahr beobachtet wie auch gelbe Sprenkelung entlang der Hauptadern (rechts).  
Fotos: Eastwell, K. and Nelson, M., 2007.*

Dieser Nachweis von HSVd-Infektionen anhand der Symptome ist recht unsicher, weil deutliche Anzeichen erst 3 bis 5 Jahre nach der Infektion zu sehen sind. Darüber hinaus variiert die Ausprägung dieser Merkmale in Abhängigkeit von Klima und Sorte. In wärmeren Klimaten soll die „Stauchung“ deutlicher ausgeprägt sein.

### **Molekularer Nachweis von HSVd mit der RT-PCR**

Molekularbiologische Methoden ermöglichen es, aus den Blättern der zu untersuchenden Hopfenpflanzen - vorzugsweise aus jungen Blättern, die im Frühjahr gesammelt werden - Nukleinsäuren wie RNA zu extrahieren.

Der kleine ringförmige RNA-Einzelstrang des Hop Stunt Viroids wird mitextrahiert und kann über eine sog. RT-PCR (Reverse Transkription Polymerase-Ketten-Reaktion) und nachfolgende Elektrophorese als Bande mit einer Größe ca. 300 bp nachgewiesen werden (Abb. 4.3). Bereits nach 2 Tagen liegt das Testergebnis vor.

Nachdem die RT-PCR-Methode schon 1999 im LfL-Diagnostik-Labor von IPS 2c unter Leitung von Dr. L. Seigner etabliert worden war, konnte sehr schnell unter Einsatz der von Eastwell und Nelson (2007) entwickelten HSVd-spezifischen PCR-Primer diese Nachweisteknik ebenso für das neue Hopfenviroid etabliert werden.

Dr. Eastwell, Washington State University, USA, stellte dafür auch fein gemahlene, gefriergetrocknete, HSVd-infiziertes Blattmaterial von Hopfen zur Verfügung, das als positive Kontrolle eingesetzt wurde.

### **Ergebnisse**

Im Frühjahr 2008 wurden mit der RT-PCR unter Verwendung der Primer von Eastwell und Nelson (2007) 43 Hopfenproben aus den USA und 11 Sortenproben aus dem Zuchtgarten in Hüll und Rohrbach sowie ein Muster von einem Praxisbetrieb in der Hallertau (siehe Tab. 4.5 und Abb. 4.3) untersucht. Bei allen Proben konnte die HSVd-RNA nicht nachgewiesen werden, weshalb wir die Hopfen als HSVd-frei einschätzten.

Tabelle 4.5: Ergebnisse der mit der RT-PCR-Technik auf HSVd untersuchten deutschen Hopfenproben im Frühjahr 2008

Sorte	Standort	Herkunft	Befund
Hallertauer Mfr.	Hüll	deutsche Landsorte	nicht nachweisbar
Hersbrucker Spät	Hüll	deutsche Landsorte	nicht nachweisbar
Northern Brewer	Hüll	England	nicht nachweisbar
Northern Brewer	Rohrbach	England	nicht nachweisbar
Perle	Rohrbach	Zuchtsorte Hüll	nicht nachweisbar
Hallertauer Magnum	Rohrbach	Zuchtsorte Hüll	nicht nachweisbar
Herkules	Hüll	Zuchtsorte Hüll	nicht nachweisbar
Premiant	Hüll	Tschech. Republik	nicht nachweisbar
Glacier	Hüll	USA	nicht nachweisbar
Columbus	Hüll	USA	nicht nachweisbar
Zeus	Hüll	USA	nicht nachweisbar
Zuchtstamm	Hüll	England	nicht nachweisbar

### Ausblick

Aufgrund dieser wenigen Ergebnisse aus der Hallertau, die Gefahr von HSVd-Infektionen in Deutschland vollständig auszuschließen, ist nicht möglich. Eine Fehleinschätzung könnte mit fatalen Folgen verbunden sein. Daher werden diese Untersuchungen 2009 mit der finanziellen Unterstützung durch die Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG fortgeführt. Bei dem 2009 geplanten Monitoring auf HSVd sollen ca. 260 Hopfenproben untersucht werden. Wir hoffen, dass wir so HSVd-Infektionen in den Zuchtgärten in Hüll, Rohrbach und Freising, bei den Vermehrungsbetrieben der Gesellschaft für Hopfenforschung sowie in Praxisbeständen in der Hallertau, im Elbe-Saale-Gebiet und in Tettngang ausschließen können.

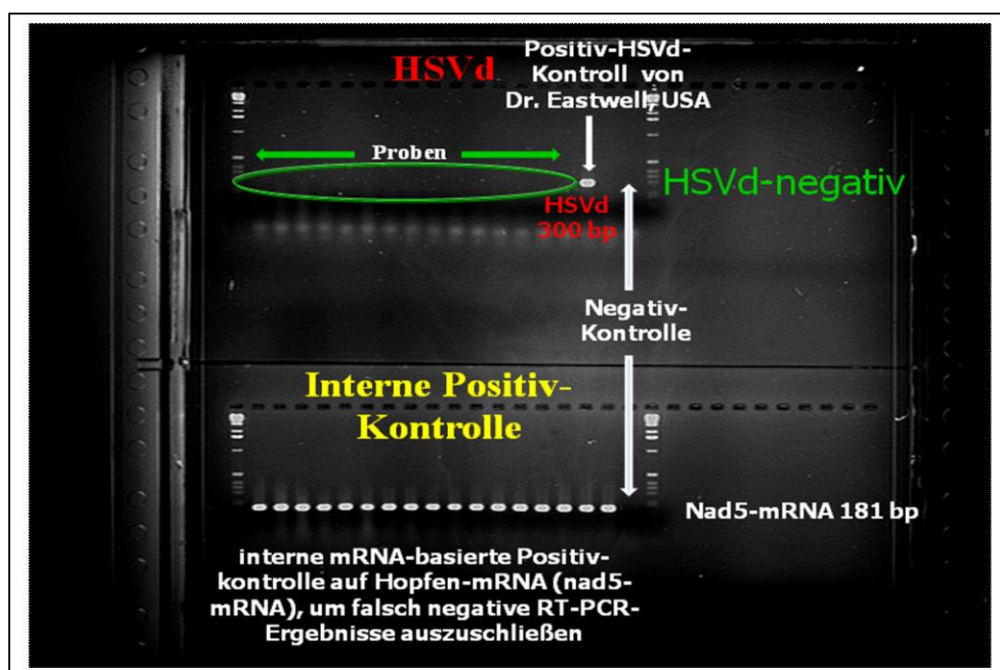


Abbildung 4.3: Bestätigung des HSVd-freien Zustandes von 12 Hopfenproben aus der Hallertau und 3 Proben aus den USA über die RT-PCR (L. Seigner, Pflanzen-Diagnostik-Labor, IPS 2c –2008)

Unser HSVd-Monitoring ist als Vorbeugemaßnahme zu betrachten, um einer drohenden Gefahr zu begegnen. Dadurch könnten erste Befallsherde frühzeitig aufgedeckt und eine weitere Ausbreitung des Viroids durch verschiedene phytosanitäre Maßnahmen - wie sie in Japan in den 1970er Jahren ergriffen wurden (Takahasi, T. and Yaguchi, S., 1985, Sasaki et al., 1989) - verhindert werden. Die wirtschaftlichen Verluste einer HSVd-Infektion wären für die deutschen Hopfenpflanzer wie auch für die Brauwirtschaft dramatisch. Besonders wichtig ist es auch, die Einfuhr von Hopfen aus Gebieten zu kontrollieren, in denen bereits HSVd-Infektionen nachgewiesen wurden

## **Literatur**

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.

Guo, L., Liu, S., Wu, Z., Mu, L., Xiang, B., Li, S., 2008. Hop stunt viroid (HSVd) newly reported from hop in Xinjiang, China. Plant Pathology 57 (4), 764.

Knabel, S., Seigner, L. und Wallnöfer, P.R., 1999. Nachweis des Hop latent Viroids (HLVd) mit der Polymerase-Kettenreaktion (PCR) = Detection of hop latent viroid (HLVd) using the polymerase chain reaction (PCR), Gesunde Pflanzen, Vol. 51, No. 7, 234-239.

Sasaki, M., Fukamizu, K., Yamamoto, K., Ozawa, T., Kurokawa, M., and Kagami, Y., 1989. Epidemiology and control of hop stunt disease. In: Proceedings Int. Workshop on Hop Virus Diseases Rauschholzhausen 1988, (A. Eppler ed.), Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft, 165-178.

Takahasi, T. and Yaguchi, S., 1985. Strategies for preventing mechanical transmission of hop stunt viroid: Chemical and heat inactivation on contaminated tools. Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz 92, 132-137.

## **4.2 Biotechnologie**

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

#### **Ziel**

Echter Mehltau an Hopfen (*Podosphaera macularis*) ist seit einigen Jahren ein Problem im Hopfenanbau. Ziel des neu gestarteten Forschungsprojektes ist es, die Interaktion Hopfen-Hopfenmehltau in anfälligen und resistenten Sorten auf Zellebene zu charakterisieren. Hierbei soll sowohl eine zeitliche als auch eine räumliche Darstellung erfolgen. Derartige Untersuchungen erweitern unser Verständnis der Hopfen-Mehltau-Interaktion und bringen so neue Erkenntnisse, die in unseren klassischen Resistenzzüchtungsprogrammen genutzt werden können.

Darüber hinaus soll über einen sog. transienten Assay eine funktionelle Charakterisierung von Genen erfolgen, die an Abwehrreaktionen gegenüber Hopfenmehltau beteiligt sind. Zu diesem Zweck werden einzelne Epidermiszellen von mehltaresistenten oder anfälligen Hopfensorten mit einem Reporter-gen und dem zu charakterisierenden Gen transformiert.

Das Verhalten dieser transformierten Zellen nach Kontakt mit dem Mehltaupilz soll Aufschluss über die Funktion dieser Gene in der Interaktion Hopfen-Hopfenmehltau geben (Abb. 4.4). Die Arbeiten werden im Rahmen einer Doktorarbeit durchgeführt. Kooperationspartner ist Professor Dr. R. Hüchelhoven, TU-München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Lehrstuhl für Phytopathologie.

## Methoden

Für die Etablierung des transienten Assays wurden Hopfenblätter mit Hilfe einer Genkanone mit Goldkugeln beschossen, welche mit dem GUS-Reportergen (GUS: Glucuronidase) beschichtet waren. Danach wurden die Blätter mit Mehltausporen inokuliert und die transformierten Zellen angefärbt.

Unter dem Fluoreszenzmikroskop wurde nach transformierten Zellen gesucht, welche von keimenden Mehltausporen „angegriffen“ werden. Die Färbung des Pilzes erfolgte hierbei mit dem Fluoreszenzfarbstoff WGA-TMR (*Wheat Germ Agglutinin tetramethylrhodamine*).

Für die mikroskopischen Untersuchungen des Resistenzverhaltens einzelner Sorten wurde zusätzlich eine Anfärbung des Pilzes mit essigsaurer Tinte durchgeführt. Für die Charakterisierung der Abwehrreaktionen von Hopfenzellen wurde eine Fluoreszenzfärbung für Kallose und der Nachweis von  $H_2O_2$  etabliert (Kallose ist ein Bestandteil von Zellwandverstärkungen und  $H_2O_2$  akkumuliert in Zellwandverstärkungen und toten Zellen).

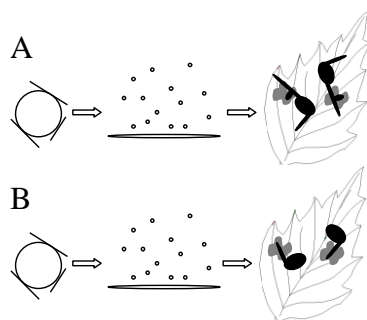
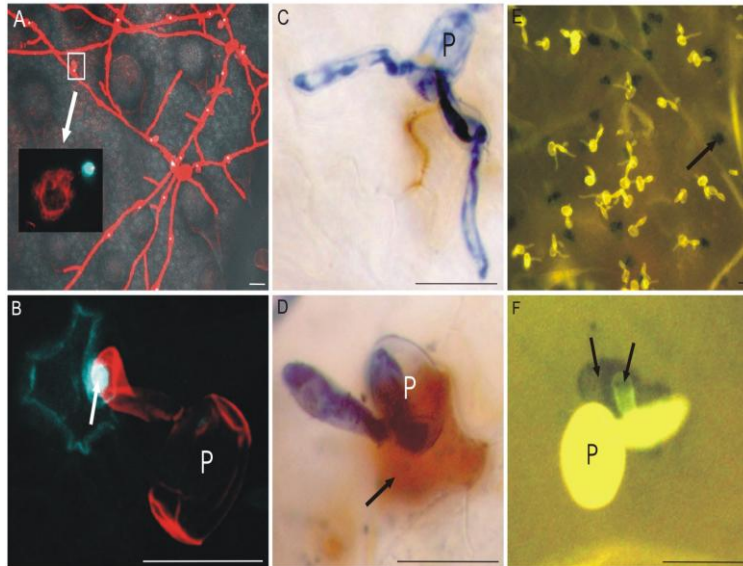


Abbildung 4.4: Schema des transienten Assays. Goldkugeln werden entweder nur mit dem Reportergen (A) oder mit dem Reportergen und z.B. einem Resistenzgen (B) beschichtet. Hopfenblätter werden daraufhin mit den Kugeln beschossen. Die nur mit dem Reportergen transformierten Zellen (grau, A) einer mehltauanfälligen Sorte bleiben „anfällig“ (kompatible Interaktion). Die Zellen, die zusätzlich mit einem Resistenzgen transformiert worden sind (grau, B), werden „resistent“ (inkompatible Interaktion).

## Ergebnisse

Es wurden verschiedene Färbemethoden für Echten Mehltau an Hopfen adaptiert. In Abb. 4.5 A und B sowie E und F ist der mit WGA-TMR (rot und gelb) bzw. Tinte (blau) angefärbte Pilz zu erkennen. In Abb. 4.5 A sieht man außerdem rot angefärbte Haustorien (Organ zur Nährstoffaufnahme des Pilzes; kleines Bild). Mit der Fluoreszenzfärbung von Kallose (Abb. 4.5 B) und dem Nachweis von  $H_2O_2$  (Abb. 4.5 D) können Zellwandverstärkungen und Zellen des Hopfens nachgewiesen werden, welche absterben, um einen Mehltaubefall zu verhindern. Diese Methoden erlauben also eine zeitliche und räumliche Charakterisierung von Abwehrreaktionen.



*Abbildung 4.5: Mikroskopische Aufnahmen der Interaktion Hopfen-Hopfenmehltau (Blattaufsicht). Maßstab: der Balken entspricht 25  $\mu$ m. A, Fluoreszenzfärbung von Hopfenmehltau (rot) (3 dpi = days post inoculation). Es hat sich ein Hyphengeflecht entwickelt. Haustorien sind ebenfalls rot angefärbt (kleineres Bild). B, Wie bei A, das Wachstum des Pilzes wurde durch eine Zellwandverstärkung (Pfeil, blau, enthält Kallose) gestoppt (2 dpi). C, Färbung des Pilzes mit essigsaurer Tinte (blau) und Färbung von  $H_2O_2$  (braun). Ein zweiter Keimschlauch spricht im Gegensatz zu D, für eine erfolgreiche Besiedlung (1 dpi). D, wie C, als Abwehrreaktion hat eine Zelle Zelltod begangen (Pfeil), Braunfärbung durch das akkumulierte  $H_2O_2$  (1 dpi). E, einzelne Epidermiszellen sind transformiert, Blaufärbung mit Hilfe des GUS-Reportergens. Die Pilzsporen sind durch eine Fluoreszenzfärbung gelb gefärbt (1 dpi). F, Interaktion einer Mehltaspore mit einer mit GUS transformierten Epidermiszelle (blau, Pfeil). Diese enthält ein Haustorium (gelb, Pfeil) (1 dpi). P: Mehltaspore. Die Aufnahmen A und B wurden mit einem konfokalen Lasermikroskop (Leica) bei Prof. Hückelhoven, TU-München, WZW, die Aufnahmen C-F mit einem Zeiss Axiostar Fluoreszenzmikroskop bei IPZ 5c gemacht.*

Beim transienten Assay wurde nach ersten Ansätzen mit GFP (Green fluorescence protein) letztlich GUS als Reportergen eingesetzt (Abb. 4.5 E). Dies erlaubt eine parallele Anfärbung des Pilzes mit WGA-TMR, wodurch auch Haustorien sichtbar werden. Erste Versuche deuten darauf hin, dass pro Blatt 10 - 15 Interaktionen ausgewertet werden können (Abb. 4.5 F).

### **Ausblick**

Mit den etablierten Färbemethoden kann jetzt damit begonnen werden, für die Züchtung interessante Sorten mikroskopisch zu untersuchen. Parallel dazu soll der transiente Assay so angepasst werden, dass eine statistisch abgesicherte Auswertung möglich ist.

Hier soll zunächst mit bekannten Resistenzgenen, welche schon in verschiedenen anderen pflanzlichen Arten wirksam waren, transformiert werden.



## 4.3 Genomanalyse

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



Abbildung 4.6: Schritte zur Gewinnung von Einspormyzelien aus *Verticillium*-befallenen Rebenstücken

#### Ziel

In vereinzelt Regionen der Hallertau kam es aufgrund der Hopfenwelke, verursacht durch den *Verticillium*-Pilz, seit 2005 zu massiven Ernteaussfällen. 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 die Intention dieses neuen Forschungsprojektes, das von der Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG finanziell gefördert wird, das Rassenspektrum von *Verticillium* in der Hallertau zu untersuchen.

Es gilt zu klären, ob agronomische Faktoren wie zu hohe mineralische Düngung oder das Ausbringen von frischem Rebenmaterial direkt nach der Ernte Ursache für die gegenwärtige *Verticillium*-Problematik sind oder ob sich bereits letale *Verticillium*-Stämme aus England oder Slowenien im Hallertauer Anbaugebiet manifestiert haben bzw. sich hier neue hochvirulente Rassen entwickelt haben. Vorrangiges Ziel dieses Projektes ist es, das *Verticillium*-Rassenspektrum der Hallertau zu untersuchen, um Möglichkeiten und Maßnahmen zu entwickeln, die eine Ausbreitung dieser Pilzkrankheit verhindern.

Zum anderen soll aufbauend auf der genetischen Differenzierung und der Pathogenität der identifizierten Stämme ein molekularer *in-planta* Test erarbeitet werden, mit dem künftig ohne langwierige Isolation des Pilzes Aussagen zum Gefahrenpotenzial der jeweils untersuchten Pflanzen getroffen werden können. Auch der Austausch mit gesunden Sortenfechern oder Zuchtmaterial kann mit einem *in-planta* Test leichter bewerkstelligt werden.

Dieses Projekt wird in Kooperation mit den Kollegen des Hopfenforschungsinstitutes in Slowenien durchgeführt, wo *Verticillium* seit Jahren einen wesentlichen Forschungsschwerpunkt darstellt. Dort führte das Auftreten letaler Stämme vor ca. 10 Jahren zur Rodung von etwa 50 % der gesamten Anbaufläche.

#### Methode

Zur Differenzierung der gesammelten *Verticillium*-Stämme war es zunächst wichtig, den Pilz aus den jeweiligen Rebenstücken zu isolieren und in Kultur zu nehmen. Hierzu wurden aus dem Inneren der Reben 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.

Bei einer anschließenden mikroskopischen Pilz-Bestimmung wurden Petrischalen mit Fremdbewuchs wie *Fusarium* oder *Alternaria* ausselektiert und verworfen. Nach einer weiteren Woche Inkubation waren auf den Petrischalen mittlerweile schwarze Strukturen erkennbar, die aus dem weißen Pilzmyzel entstanden waren.

Diese mikroskopisch erkennbaren dunklen Verfärbungen des Myzels ermöglichen die Unterscheidung der beiden bei Hopfen überwiegend auftretenden *Verticillium*-Arten. Während *V. albo-atrum* als Überdauerungsorgane schwarze Hyphen ausbildet, entwickelt *V. dahliae* schwarze Mikrosklerotien. Nach der eindeutigen Bestimmung der Art wurden aus jeder Petrischale über Verdünnungsreihen mit sterilem Wasser auf neuen Festmedien Einspormyzelien ausgestrichen. 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 100 ml Glucose-Pepton-Flüssigmedium gegeben. Nach zwei Wochen konnte dann das ausreichend vermehrte Pilzmyzel mit Hilfe einer Nutsche und Wasserstrahlpumpe in einem sterilem Filter geerntet werden. Das Pilzmaterial wurde gefriergetrocknet, in einer Kugelmühle vermahlen und nach dem modifizierten Protokoll von Doyle and Doyle (1990) die DNA für spätere PCR-Analysen isoliert.

## Ergebnisse

Im Sommer 2008 wurde damit begonnen, an über 30 Standorten in verschiedenen Regionen der Hallertau 20-30 cm lange Rebenstücke aus stark *Verticillium*-befallenen Hopfengärten zu sammeln. Es wurden 123 Rebenstücke von stark geschädigten Hopfenpflanzen und von 28 phänotypisch gesunden Hopfenreben in unmittelbarer Nähe der kranken entnommen.

Neben der obig beschriebenen Inkulturnahme des *Verticillium*-Pilzes auf mittlerweile 1.845 Petrischalen und 300 Erlenmeyerkolben wurde zu Beginn mit den ersten gesammelten Proben auch ein Test zum qualitativen *in-planta*-Nachweis durchgeführt, um direkt aus den kranken Reben die Art des *Verticillium*-Pilzes zu bestimmen. Für diese PCR wurden die von der European and Mediterranean Plant Protection Organisation (OEPP/EPPO Bulletin, 2007) zum Nachweis von *V. albo-atrum* veröffentlichten Primer verwendet.

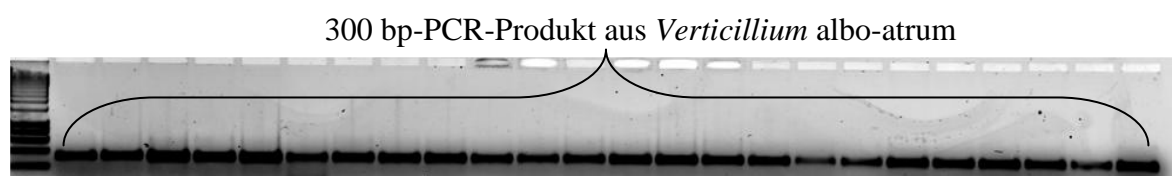


Abbildung 4.7: Qualitativer *in-planta*-Nachweis von *Verticillium albo-atrum* in Hopfenreben

Bei allen 151 untersuchten Proben von stark geschädigten wie auch von phänotypisch gesunden Hopfen konnte unter dem Mikroskop Befall mit *Verticillium albo-atrum* festgestellt werden. Keine einzige Probe wies die für *Verticillium dahliae* kennzeichnenden Mikrosklerotien auf. In England und Slowenien wurden nur bei *V. albo-atrum* letale Rassen beschrieben.

Gegenwärtig wird von allen 151 beprobten Einspormyzelien die DNA extrahiert, um sie dann mit PCR-Markern (Radišek et al., 2004; OEPP/EPPO Bulletin, 2007), die milde und letale Typen bei slowenischen und englischen *Verticillium*-Stämme unterschieden, zu testen. Des Weiteren werden alle Isolate mit Hilfe der AFLP-Methodik differenziert.

## Ausblick

Neben weiteren Probenahmen im kommenden Sommer ist eine Beobachtung und Bonitur der bereits beprobten Hopfenpflanzen geplant. Dies ist wichtig, um die Virulenz der vorkommenden *Verticillium*-Stämme zu beurteilen und letztendlich die Klassifizierung in „mild“ und „letal“ durchführen zu können.

Ferner ist geplant, sehr stark geschädigte Hopfengärten anzupachten, um besser verschiedene ackerbauliche Maßnahmen evaluieren zu können, inwieweit sie Einfluss auf die *Verticillium*-Welke-Situation im Hopfengarten nehmen.

## Literatur

Doyle, J.J., and J.L. Doyle, 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 1990, 12, 13-15.

Radišek, S., Jakše, J., Javornik, B., 2004. Development of Pathotype-Specific SCAR Markers for Detection of *Verticillium albo-atrum* Isolates from Hop. Plant Disease, 88, 1115 -1122.

European and Mediterranean Plant Protection Organisation (OEPP/EPPO) Bulletin, 2007. *Verticillium albo-atrum* and *V. dahliae* on hop, 528-535.

# 5 Hopfenbau, Produktionstechnik

LD Johann Portner, Dipl. Ing. agr.

## 5.1 $N_{\min}$ -Untersuchung 2008

Die Stickstoffdüngung nach DSN ( $N_{\min}$ ) ist in der Praxis eingeführt und zu einem festen Bestandteil der Düngeplanung in den Hopfenbaubetrieben geworden. Im Jahr 2008 wurden in Bayern 3507 Hopfengärten auf den  $N_{\min}$ -Gehalt untersucht und eine Düngeempfehlung 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 2008 um ca. 20 kg/ha niedriger 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 Düngeoptimums unerlässlich.



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

<b>Jahr</b>	<b>Anzahl der Proben</b>	<b><math>N_{\min}</math> kg N/ha</b>	<b>Düngempfehlung kg N/ha</b>
1983	66	131	
1984	86	151	
1985	281	275	
1986	602	152	
1987	620	93	
1988	1031	95	
1989	2523	119	
1990	3000	102	
1991	2633	121	
1992	3166	141	130
1993	3149	124	146
1994	4532	88	171
1995	4403	148	127
1996	4682	139	123
1997	4624	104	147
1998	4728	148	119
1999	4056	62	167
2000	3954	73	158
2001	4082	59	163
2002	3993	70	169
2003	3809	52	171
2004	4029	127	122
2005	3904	100	139
2006	3619	84	151
2007	3668	94	140
2008	3507	76	153

In der Tabelle 5.2 ist für die bayerischen Anbaugebiete auf der Basis der Landkreise die Zahl der untersuchten Hopfengärten, der durchschnittliche  $N_{\min}$ -Wert, sowie die daraus errechnete durchschnittliche Stickstoffdüngempfehlung zusammengestellt.

Festzustellen ist, dass das Anbaugebiet Spalt die höchsten und der Landkreis Pfaffenhofen, gefolgt von Freising und Kelheim, die niedrigsten  $N_{\min}$ -Werte aufwiesen. Entsprechend umgekehrt verhalten sich die Stickstoffdüngempfehlungen unter Berücksichtigung des zu erwartenden Ertrages.

Tabelle 5.2: Zahl, durchschnittliche  $N_{min}$ -Gehalte und Düngempfehlungen der Hopfgärten nach Landkreisen bzw. Anbaugebieten in Bayern 2008

Landkreis bzw. Anbaugebiet	Probenzahl	$N_{min}$ kg N/ha	Düngempfehlung kg N/ha
Eichstätt	236	83	148
Hersbruck	40	80	135
Landshut	221	77	143
Freising	351	75	153
Kelheim	1414	75	156
Pfaffenhofen	1164	74	154
<b>Hallertau</b>	<b>3427</b>	<b>75</b>	<b>153</b>
Spalt	80	96	125
<b>Bayern</b>	<b>3507</b>	<b>76</b>	<b>153</b>

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

Tabelle 5.3: Zahl, durchschnittliche  $N_{min}$ -Gehalte und Düngempfehlung bei verschiedenen Hopfensorten in Bayern 2008

Sorte	Probenzahl	$N_{min}$ kg N/ha	Düngempfehlung kg N/ha
Herkules	226	74	168
Nugget	60	64	168
Brewers Gold	9	68	165
Hall. Magnum	710	71	160
Saphir	39	72	157
Hall. Taurus	324	78	154
Hersbrucker Spät	167	73	152
Perle	641	76	151
Smaragd	6	70	151
Hall. Tradition	570	81	150
Opal	5	68	150
Spalter Select	191	80	149
Hall. Merkur	13	87	145
Northern Brewer	66	77	144
Hallertauer Mfr.	440	74	142
Spalter	29	95	123
Sonstige	11	89	142
<b>Bayern</b>	<b>3507</b>	<b>76</b>	<b>153</b>

## 5.2 Blattdüngungsversuch mit Nutri-Phite Magnum S zur Untersuchung des Einflusses auf Ertrag, Alphasäuren und Pflanzengesundheit

### Ziel

In einem betriebsüblich bewirtschafteten Hopfengarten mit der Sorte Nugget wurde dreijährig untersucht, welchen Einfluss eine zusätzliche Blattdüngung mit Nutri-Phite Magnum S auf den Ertrag, die Alphasäurenbildung und die Pflanzengesundheit hat. Die Bodendüngung wurde auf der Basis der Bodenuntersuchungsergebnisse, einschließlich Nmin, durchgeführt.

Gemäß Düngemittelverordnung weist die Deklaration von Nutri-Phite Magnum S 5 % N als Ammoniumstickstoff, 38 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> als wasserlösliches Phosphat und 15 % K<sub>2</sub>O als wasserlösliches Kaliumoxid aus. Nach Angaben des Vertreibers liegt das Phosphat in Form von Phosphit vor, das über das Blatt aufgenommen werden kann.

### Methode

In Variante 1 (0-Parzelle mit 2 Wdh.) wurde kein Nutri-Phite eingesetzt und erst ab der Blüte nach Peronospora-Warndienstaufruf gespritzt, aber in engen Zeitabständen auf Peronosporainfektionen bonitiert. Bei Infektionsbeginn war eine unmittelbare Fungizidausbringung eingeplant. In diesen Parzellen sollte der Ausbruch von Peronospora-Sekundärinfektionen im Vergleich zu den behandelten Varianten 2 und 3 beobachtet werden.

In Variante 2 mit 3 Wiederholungen wurde Nutri-Phite Magnum S entsprechend der nachfolgenden Tabelle appliziert, wobei ab der Blüte Kombinationen mit zugelassenen Fungiziden in Anlehnung an den Warndienstaufruf erfolgten.

Tabelle 5.4 Applikationstermine von Nutri-Phite Magnum S in Variante 2

Wachstumsstadium	(15) 15–40 cm Wuchsh.	(35) ½ Gerüsth.	(>35) ¾ Gerüsth.	(38) volle Gerüsth.	(65) Blüte	(75-79) Ausdold.
Nutri-Phite Magnum S	1,5 l/ha	1,5 l/ha	1,5 l/ha	1,5 l/ha	1,5 l/ha + Forum	1,5 l/ha + Forum

In Variante 3 (praxisüblich mit 3 Wdh.) wurde kein Nutri-Phite Magnum S eingesetzt und die Peronospora-Sekundärbehandlungen gemäß Warndienstaufruf durchgeführt.

In allen Parzellen erfolgte jährlich eine Peronospora-Primärbekämpfung mit Fongamil Gold.

### Ergebnisse

Die geringen Mehrerträge der 0- und praxisüblichen Parzellen im Durchschnitt der drei Versuchsjahre sind nicht signifikant. Dagegen konnten bei der Blattdüngungsvariante statistisch absicherbar geringere Alphasäurewerte sowohl beim Gehalt in % als auch in kg/ha im Vergleich zur betriebsüblichen Variante festgestellt werden.

Die Parzellen mit Nutri-Phite-Blattdüngung zeigten sich bei den Bestandsbonituren mit satterem Grün, etwas größeren Blättern und optisch schönerem Habitus. Eine Umsetzung in höheren Ertrag und Inhaltsstoffeinlagerung war nicht messbar.

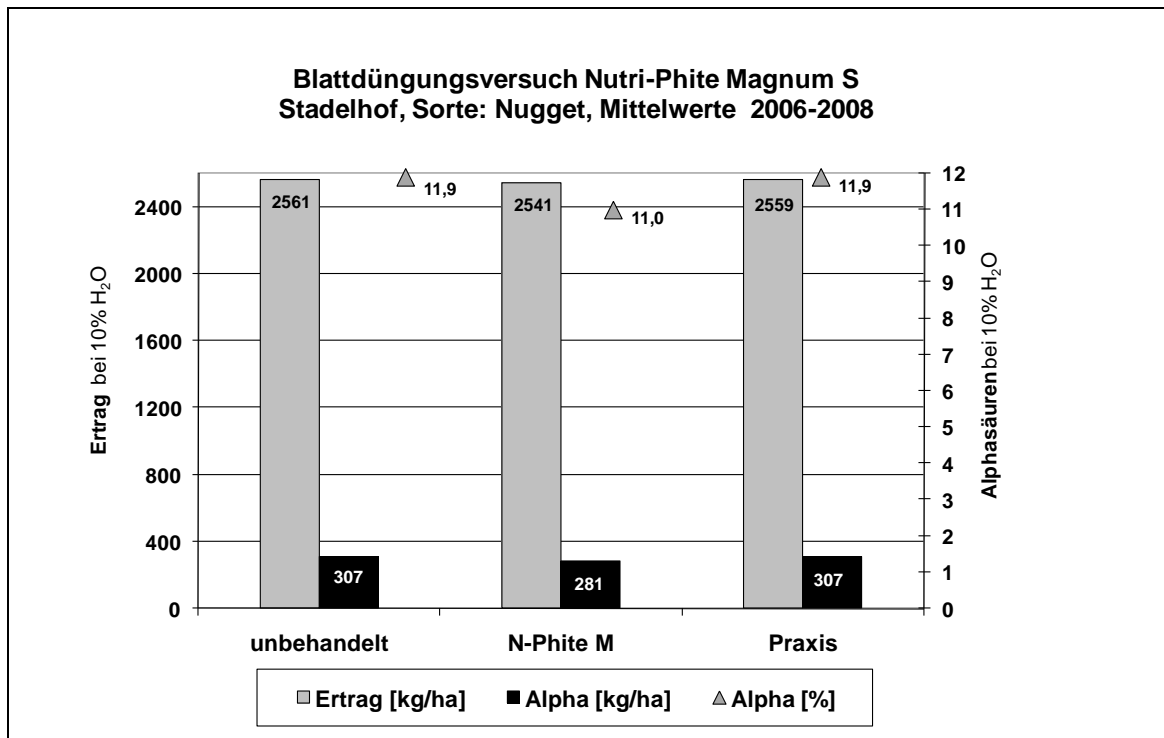


Abbildung 5.1: Einfluss von Nutri-Phite-Blattdüngung auf Ertrag und Alphasäuren

Die Beurteilung der Beeinflussung der Stockgesundheit durch die sechsmalige Behandlung mit phosphoriger Säure wurde im zeitigen Frühjahr des dritten Versuchsjahres zum Zeitpunkt des Aufdeckens und Schneidens vorgenommen. Bonitiert wurden jeweils 6 Stöcke in der Mitte der Parzelle, damit die Abgrenzung zueinander gewährleistet war. Eine Parzelle umfasste 3 Reihen mit je 10 Stöcken. Je Stock fielen bis zu sechs Triebe an, die nach den in der Tabelle 5.5 gemittelt eingetragenen Parametern bonitiert wurden. Eindeutig bewertbare und addierbare Unterschiede zwischen den Varianten sind nach den zu Grund gelegten Parametern nicht zu erkennen.

Tabelle 5.5: Bonitur der Triebe unmittelbar nach dem technischen Rückschnitt des Stockes

Parameter	Variante (Mittelwert)		
	1	2	3
Anzahl Knospenansätze je Trieb	12,2	11,3	12,0
Anzahl Knospenansatzkränze je Trieb	2,2	2,2	2,2
Durchmesser in mm an der Schnittstelle	19,2	18,9	19,3
Feinbewurzelung am Trieb; Beurteilung 0-10 (Pluspunkte)	5,5	5,8	5,7
Gesundheit der Schnittstelle; Beurteilung 1-10 (Pluspunkte)	5,9	5,9	5,8

Eine fungizide Wirkung von Nutri-Phite Magnum S war gegen den Falschen Mehltau (*Pseudoperonospora humuli*) bis zur Ausdoldung vorhanden. Die ersten Peronosporainfektionen waren trotz Fungizidspritzungen ab der Blüte in allen Versuchsjahren in den 0-Pazellen in der fortgeschrittenen Ausdoldungsphase ab Mitte August zu finden. Die Dol-denbonituren am Trockenhopfen brachten im Vergleich der Varianten bei Nutri-Phite Magnum S die geringsten Befallswerte.

Trotzdem dürfte nach den bisherigen Beobachtungen eine alleinige Blattdüngung mit Nutri-Phite Magnum S keine ausreichende Wirkung gegen Peronospora-Sekundärinfektionen haben.

Tabelle 5.6: Doldenbonitur auf Peronospora (Anzahl befallener Dolden und Befallsstärke an ca. 250 Dolden)

Variante	Mittelwert Wdh. <sup>1)</sup> 2006			Mittelwert Wdh. <sup>1)</sup> 2007			Mittelwert Wdh. <sup>1)</sup> 2008			Mittelwert 2006-2008		
	stark	mittel	schwach	stark	mittel	schwach	stark	mittel	schwach	stark	mittel	schwach
<b>1</b>	4,3	7,5	4,0	11,0	9,5	8,0	6,3	6,3	2,0	<b>7,2</b>	<b>7,8</b>	<b>4,7</b>
<b>2</b>	1,3	3,0	3,7	3,0	5,3	6,0	2,7	2,0	1,3	<b>2,3</b>	<b>3,4</b>	<b>3,7</b>
<b>3</b>	5,3	1,7	7,0	4,0	7,0	7,0	5,3	4,3	2,7	<b>4,9</b>	<b>4,3</b>	<b>5,6</b>

<sup>1)</sup> (Wdh.) Wiederholungen

### 5.3 Entwicklung und Erprobung einer neuartigen Messtechnik zur weiteren Optimierung der Trocknungsleistung

#### Leistungssteigerung und Energieeinsparung durch optimale Luftführung

Durch eine optimale Luftführung in Hordendarren kann die Trocknungsleistung gesteigert und der Energieeinsatz optimiert werden. Da der zu trocknende Hopfen in der Darre stetig Wasser abgibt und somit an Gewicht verliert, verringert sich auch der Gegendruck für die Luftströmung. Es ist deshalb ein Anstieg der Luftgeschwindigkeit bis hin zum Kippzeitpunkt zu erwarten. Zusätzlich ist dieser Einfluss auch sortenabhängig. Für eine optimale Trocknungsleistung muss die Luftgeschwindigkeit stetig geregelt werden.

#### Ermittlung der Luftgeschwindigkeit über den Heizölverbrauch

Da punktuelle Messungen der Luftgeschwindigkeit aufgrund der Ungleichmäßigkeit bei der Trocknung nicht aussagekräftig sind, wurde nach einem Messverfahren gesucht, welches Aussagen über die durchschnittliche Luftgeschwindigkeit über die gesamte Darrfläche zulässt. Die Ungleichmäßigkeit kommt meist durch Nesterbildung oder unzureichend homogener Luftverteilung bereits im Luftverteilraum der Darre zustande.

Um einen aussagekräftigen Richtwert zu erhalten, wurde von Dr. Albert Heindl (Heindl GmbH, Mainburg) vorgeschlagen, die Luftgeschwindigkeit bei der Trocknung über den Heizölverbrauch des Warmlufterzeugers zu ermitteln. Dazu stellte er eine thermodynamische Formel zur Verfügung, mit der eine Tabelle so zusammengestellt werden konnte, dass die Luftgeschwindigkeit in m/s in Abhängigkeit vom Heizölverbrauch und der Temperaturdifferenz zwischen Trocknungsluft und Ansaugluft abgelesen werden kann. Diese Methode (siehe Jahresbericht 2007, S. 46-47) dient zunächst für eine einfache und schnelle Einschätzung der durchschnittlichen Luftgeschwindigkeit. Nachteilig ist, dass die aktuelle Luftgeschwindigkeit nicht kontinuierlich zur Verfügung steht.

#### Neues Messsystem zur kontinuierlichen Ermittlung der Luftgeschwindigkeit

Die Firma ATEF Euringer & Friedl GmbH entwickelte in enger Kooperation mit der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik der LfL einen Prototyp eines vollautomatischen Luftgeschwindigkeitsmessgerätes. Ziel war es, die Luftgeschwindigkeit mit höchster Genauigkeit in Echtzeit zur Verfügung zu stellen.

Dies wurde durch einen eigens dafür entwickelten Mikrocontroller bewerkstelligt, welcher in der Lage ist, sämtliche Trocknungsparameter zu messen, als auch die thermodynamischen Berechnungen vorzunehmen, um die Datenfülle auf die maßgeblichen Trocknungsparameter zu reduzieren.

### **Neuer Trocknungsparameter „Wasserentzug“**

Unter Beachtung der richtigen Luftgeschwindigkeit bedeutet eine hohe Trocknungsleistung gleichzeitig einen energetisch sehr günstigen Betriebspunkt, da extrem viel Wasser abgeführt wird. Deshalb muss die Luftgeschwindigkeit vom Befüllen bis zum Entleeren einer Darrschüttung stetig so geregelt werden, dass zu jedem Trocknungszeitpunkt ein maximaler Wasserentzug garantiert ist. Dazu ist eine Messtechnik notwendig, die die äußerst wichtigen Trocknungsparameter Luftgeschwindigkeit in der Darre und Wasserabtransport über die Darrabluft kontinuierlich errechnen und darstellen kann.

Als besonders praxisrelevant erwies sich der von der Firma ATEF Euringer & Friedl GmbH vorgeschlagene Parameter „Wasserentzug“, der in der Einheit ml Wasser pro m<sup>2</sup> Darrfläche und Minute dargestellt wird. Mit den thermodynamisch berechneten Parametern „Luftgeschwindigkeit“ und „Wasserentzug“ kann künftig jede Darre zu jedem Zeitpunkt anhand der abgelesenen Werte beurteilt und geregelt werden.

### **Erste Messungen in Praxisversuchen**

Diese Messtechnik wurde zum Praxistest in mehrere Hopfendarren eingebaut und diente bereits im Jahre 2008 für Versuche zur Verbesserung und Optimierung der Trocknungsleistung und Energieeffizienz.

Bisherige Messungen in Hordendarren ergaben Windgeschwindigkeiten zwischen ca. 0,25 und 0,45 m/s. Dabei gibt es große Unterschiede bei den jeweiligen Trocknungsleistungen als auch beim anlagenspezifischen Energieverbrauch. Zahlreiche Auswertungen zeigten erste Trends, in welchem Bereich eine optimale Trocknung möglich ist.

Während der Trocknung wurde über eine Anzeige die jeweils aktuelle Luftgeschwindigkeit in m/s und der Wasserentzug in ml/m<sup>2</sup> und Minute angezeigt. Dadurch wurde es erstmals möglich, die Luftgeschwindigkeit so einzustellen, dass immer in der jeweiligen Versuchsdarre die maximal mögliche Wassermenge über die Darrabluft abgeführt wurde. Der durchschnittliche Wasserentzug der verschiedenen Versuchsdarren während der Ernte 2008 betrug 280–550 ml/m<sup>2</sup> und Minute. Die Trocknungsleistung schwankte von 4 bis über 8 kg Trockenhopfen pro m<sup>2</sup> Darrfläche und Stunde Trocknungszeit. Die geringere Trocknungsleistung wurde vor allem bei den Darren festgestellt, die in der Luftleistung zu knapp dimensioniert waren und es dadurch nicht möglich war, die Luftgeschwindigkeit bei Bedarf auf 0,4 m/s zu erhöhen.

Je höher der durchschnittliche Wasserabtransport über die Trocknungszeit, desto höher ist die Trocknungsleistung in kg Trockenhopfen pro m<sup>2</sup> Darrfläche und Stunde Trocknungszeit.

### **In jeder Darre ist noch eine Leistungssteigerung und/oder Energieeinsparung möglich**

Die besten Trocknungsleistungen in kg/m<sup>2</sup> und Stunde wurde bei den Darren festgestellt, bei denen die Luftgeschwindigkeit bei einer Gesamtschütthöhe über alle Horden von 110–120 cm zum Zeitpunkt der höchsten Wasserabgabe des Grünhopfens auf 0,4 m/s erhöht werden konnte.

Bei den Darren mit ausreichender Luftleistung konnte die Trocknungsleistung zusätzlich noch dadurch gesteigert werden, indem die Luftgeschwindigkeit bis zum Kippen des Hopfens in der Aufschütthorde in Abhängigkeit eines maximalen Wasserabtransportes geregelt wurde. Durch die Anpassung der Luftgeschwindigkeit konnte nicht nur die Trocknungsleistung gesteigert werden, sondern auch der Energieverbrauch reduziert werden!

Bei den Darren mit knapp dimensionierter Luftleistung wurden bei einer Gesamtschütthöhe von 110-120 cm nach Befüllen der Aufschütthorde zunächst nur Luftgeschwindigkeiten von 0,25-0,3 m/s erreicht. Zusätzlich konnte nur ein leichter Anstieg der Luftgeschwindigkeit bis zum Kippen beobachtet werden.

Bei den Darren mit geringer Luftleistung konnte die Trocknungsleistung durch Verringerung der Schütthöhe gesteigert werden. In Abhängigkeit der Sorte wurde die Schütthöhe so angepasst, dass bei voller Gebläseleistung nach dem Befüllen der Aufschütthorde in kürzester Zeit eine Luftgeschwindigkeit von mindestens 0,3 m/s erreicht wurde.

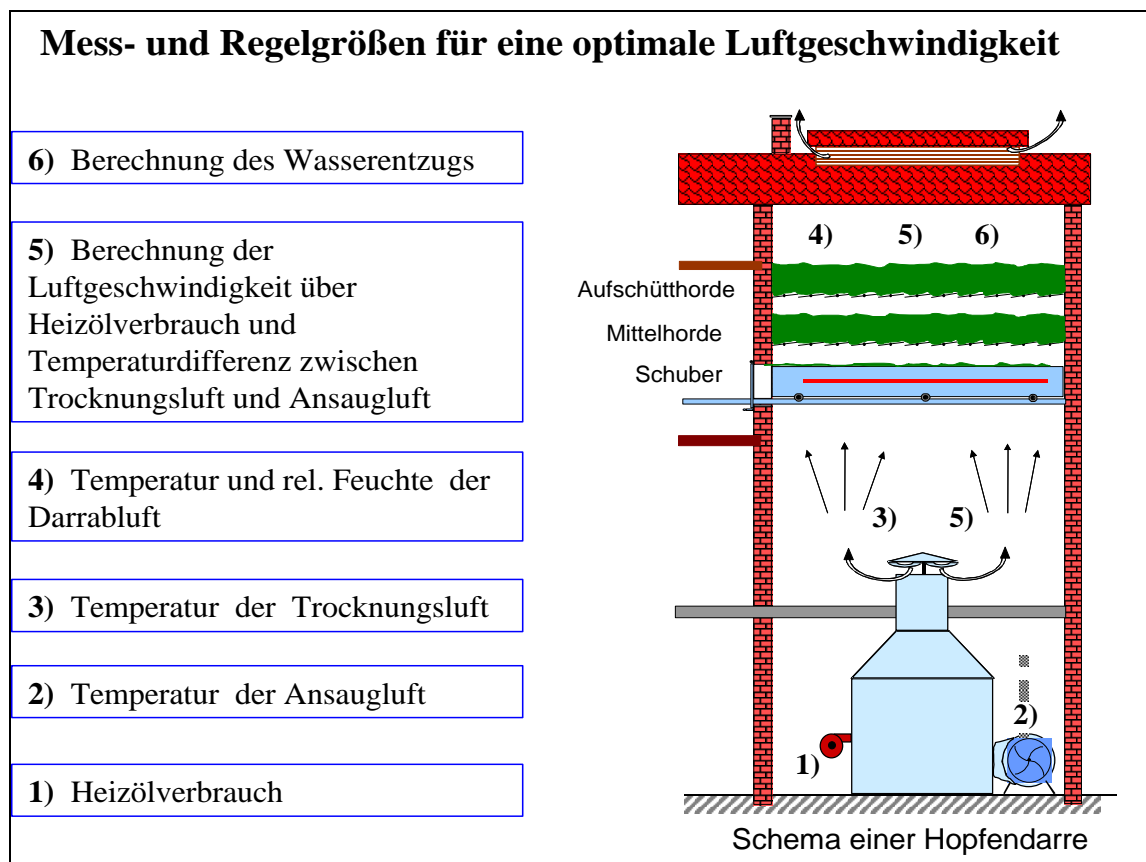


Abbildung 5.2: Erforderliche Trocknungsparameter für das vollautomatische Luftgeschwindigkeitsmessgerät

### Folgerung für die Praxis

Durch diese neuartige Messtechnik wird es erstmals möglich, den jeweiligen IST-Zustand einer Hordendarre zu jedem Betriebszeitpunkt zu erfassen. Mit Hilfe der genannten Trocknungsparameter wird es möglich, jede beliebige Darre zu analysieren und bei Bedarf den entsprechenden Ansatzpunkt zu finden, um eine Optimierung durchführen zu können. Die Bedingungen von Darren, bei denen hohe Trocknungsleistungen erreicht werden, können auf andere Darren übertragen werden.

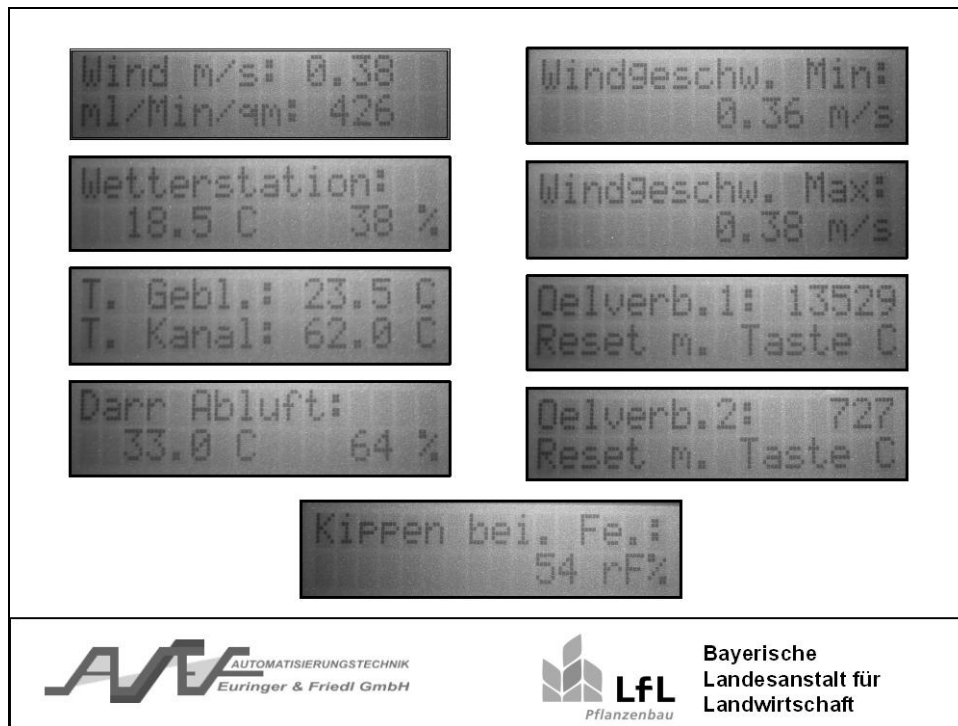


Abbildung 5.3: Beispielhafte Anzeige praxisrelevanter Trocknungsparameter der neu entwickelten Messtechnik

## 5.4 Einführung der Verbundberatung

### Notwendigkeit

Wettbewerbsrechtliche Gründe seitens der EU und der stete Personalabbau in der Landwirtschaftsberatung machten eine Änderung des Landwirtschaftsförderungsgesetzes notwendig, um ein flächendeckendes, kompetentes und neutrales Beratungsangebot weiterhin anbieten zu können. Ab 1. Januar 2008 erfolgt nun die produktionstechnische Beratung in der Landwirtschaft gemäß Art. 9 des neuen Agrarwirtschaftsgesetzes im Verbund von staatlicher Beratung und anerkannten nichtstaatlichen Beratungsanbietern. Im Bereich des Hopfenanbaus nimmt die AG Hopfenbau, Produktionstechnik des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der LfL die Aufgaben der staatlichen Hopfenberatung wahr.

Anerkannter Verbundpartner für die produktionstechnische Beratung ist über das LKP der Hopfenring Hallertau. Die Zusammenarbeit beider Partner ist im Verbundberatungsvertrag geregelt. Dabei legt die staatliche Hopfenberatung die Beratungsziele fest, ist Ansprechpartner für die Verbundberater, gibt Ihnen fachliche Unterstützung und Informationen und bildet Sie regelmäßig fort. Im Gegenzug bietet der Verbundpartner flächendeckend einzelbetriebliche Beratungsleistungen für definierte Bereiche an, deren Inanspruchnahme durch den Hopfenpflanzer zu 50 % gefördert wird. Ferner müssen sonstige Beratungsleistungen wie z.B. spezielle Gruppenberatungsangebote oder Informationsbereitstellung über Rundschreiben, Faxe, Internet und Beratungshotline vom Verbundpartner erbracht werden.

Ziel der Verbundberatung ist, eine neutrale, kompetente und bezahlbare Beratung in der Fläche sicher zu stellen.



## Umsetzung

Beide Verbundpartner, die staatliche Hopfenberatung der LfL und der Hopfenring Hallertau, haben bereits in der Vergangenheit Tür an Tür im Haus des Hopfens in Wolnzach gut zusammen gearbeitet. Die Vertrautheit und räumliche Nähe war bei der Einführung der Verbundberatung in die Praxis von großem Vorteil. Positiv war auch, dass der Hopfenring mit seinen speziellen Ringbetreuungsangeboten bereits seit Jahren erste Erfahrungen mit der einzelbetrieblichen Betreuung und Beratung von Hopfenpflanzern gesammelt hat. Deswegen konnte man bei der Umsetzung der Verbundberatung auf vorhandene Strukturen aufbauen.

Bei der einzelbetrieblichen Beratung kann der Hopfenpflanzler zwischen Beratern mit unterschiedlicher Qualifikation wählen. Während die 14 eingesetzten Ringbetreuer (i.d.R. Landwirtschaftsmeister) lediglich Bestandsbeurteilungen und einfache Düngeberatungen durchführen, stehen 2 Ringfachberater (Dipl.-Ing. agr., FH) und 1 Ringtechnikberater für komplexere Beratungsthemen zur Verfügung.

Dementsprechend unterscheiden sich die Beratungskosten, die je nach Qualifikation und Länge der Beratung variieren. Geschult werden die Ringbetreuer von Mitte Mai bis Anfang August an 7 Terminen im vierzehntägigen Abstand von den Spezialisten der Hopfenberatung der LfL, mit den Ringfachberatern wird 3-mal in der Woche ein Erfahrungsaustausch durchgeführt. Dadurch ist gewährleistet, dass die Verbundberater immer auf dem neuesten Stand sind und die Beratungsvorgaben und Pflanzenschutzstrategien der LfL einheitlich umgesetzt werden.

Bei der Bereitstellung sonstiger Beratungsleistungen konnten die bisherigen Medien, wie z.B. Rundschreiben, Faxdienst, und Internet weiterhin genutzt werden. Ausgebaut wurde das Angebot an speziellen Gruppenberatungen und die Einführung einer kostenlosen Fachhotline.

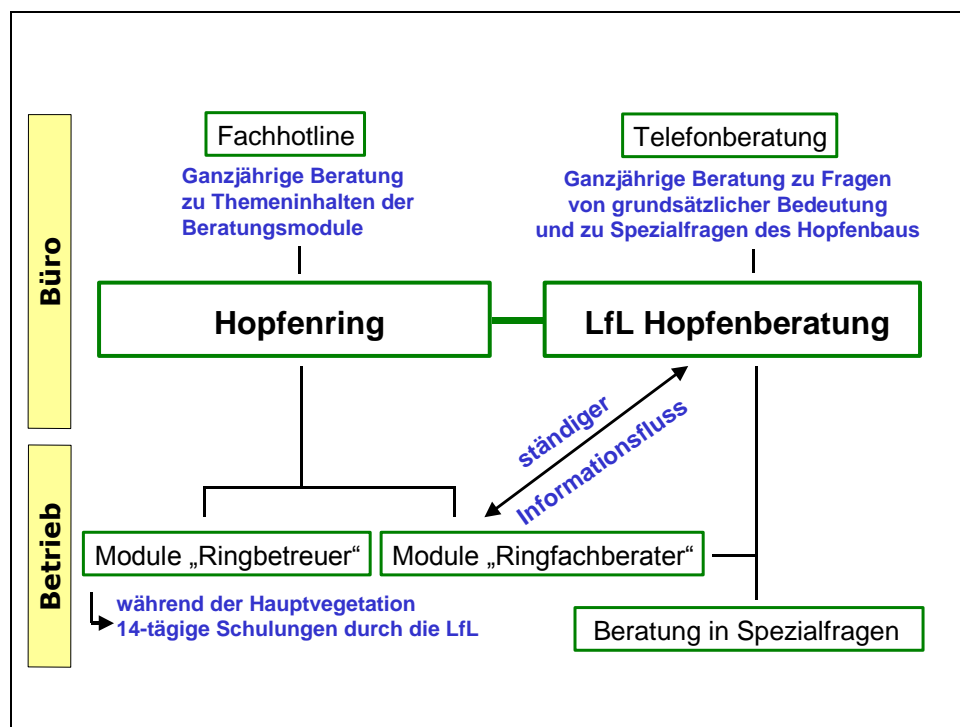


Abbildung 5.4: Schema der einzelbetrieblichen Verbundberatung im Hopfenbau

## **Ergebnisse**

Aufgrund gegebener Beratungsstrukturen und durch das Engagement des Verbundpartners haben bereits im Einführungsjahr 408 Hopfenbaubetriebe Dienstleistungsverträge mit 639 Betriebsbesuchen abgeschlossen. Davon entfielen auf die Ringbetreuer 409 und auf die Ringtechnik- und -fachberater 230 Besuche. Sonstige Beratungsleistungen wurden in Form von 58 Gruppenberatungen, Seminaren und Fachvorträgen, 4 Rundschreiben und 53 Faxen, Bereitstellung verschiedener Informationsmaterialien und einer Fachhotline erbacht. Gemessen an der relativ geringen Zahl von 1296 bayerischen Hopfenbaubetrieben zeugt die Vertragsquote von 31 % von einer erfolgreichen Einführung der Verbundberatung im Hopfenbau. Ergänzende Angebote der staatlichen Beratung im betriebswirtschaftlichen Bereich oder produktionstechnischen Spezialfragen gleichen Angebotsdefizite aus, so dass den Hopfenpflanzern in Bayern jederzeit und flächendeckend umfassende, neutrale, kompetente und dazu kostengünstige Beratungsleistungen zur Verfügung stehen.

## **5.5 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:

### **5.5.1 Informationen in schriftlicher Form**

- Das „Grüne Heft“ Hopfen 2008 – 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 2880 Stück von der LfL an die ÄfL und Forschungseinrichtungen und vom Hopfenring Hallertau an die Hopfenpflanzler verteilt.
- Über das Ringfax des Hopfenringes (2008: 53 Faxe à 990 Teilnehmer) wurden in 33 Faxen aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstaufrufe an die Hopfenpflanzler verschickt.
- Für das Wetterfax wurden ebenfalls in wöchentlichen Abständen aktuelle Informationen zur Verfügung gestellt.
- Im Rahmen der DSN-Bodenuntersuchung wurden 3507 Ergebnisse auf Plausibilität kontrolliert und zum Versand an die Hopfenpflanzler freigegeben.
- In 3 ER-Rundschreiben des Hopfenringes, in 8 Monatsausgaben der Hopfen Rundschau und in der Hopfenrundschau International wurden Beratungshinweise und Fachbeiträge für die Hopfenpflanzler veröffentlicht.
- Mit dem Erfassungs- und Auswertungsprogramm HSK wurden für die Ernte 2008 von 151 Hopfenpflanzern auf 598 Schlägen Schlagkarteiauswertungen durchgeführt und in schriftlicher Form an die Landwirte zurückgegeben.
- Internet und Intranet

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

### **5.5.2 Telefonberatung Ansagedienste**

- Der Peronospora-Warndienst wurde in der Zeit vom 13.05.–25.08.2008 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 72-mal aktualisiert.
- 19 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.

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

- 8 Schulungen für die Ringbetreuer des Verbundpartners Hopfenring Hallertau
- 3 mal wöchentlich Erfahrungsaustausch während der Vegetationszeit mit den Ringfachberatern
- 9 Hopfenbauversammlungen in Zusammenarbeit mit den ÄLF
- 70 Fachvorträge
- Ausstellung von 2 Postern
- 20 Versuchsführungen für die Hopfenpflanzer und die Hopfenwirtschaft
- 8 Workshops und Seminare
- 1 Technikvorführung zur Erprobung der Sensortechnik im Pflanzenschutz
- 1 Vortragstagung und Ausstellung zur Hopfenbewässerung
- Hopfenkolloquium (2 tägige Tagung) in Spalt

### **5.5.4 Aus- und Fortbildung**

- 1 Themenstellung und Prüfung von 7 Arbeitsprojekten im Rahmen der Meisterprüfung
- 16 Unterrichtsstunden an der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen für die Studierenden im Fach Hopfenbau
- 1 Schultag des Sommersemesters der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen
- Prüfungsvorbereitung und Prüfung von Auszubildenden der Landwirtschaft mit Schwerpunkt Hopfenbau
- 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

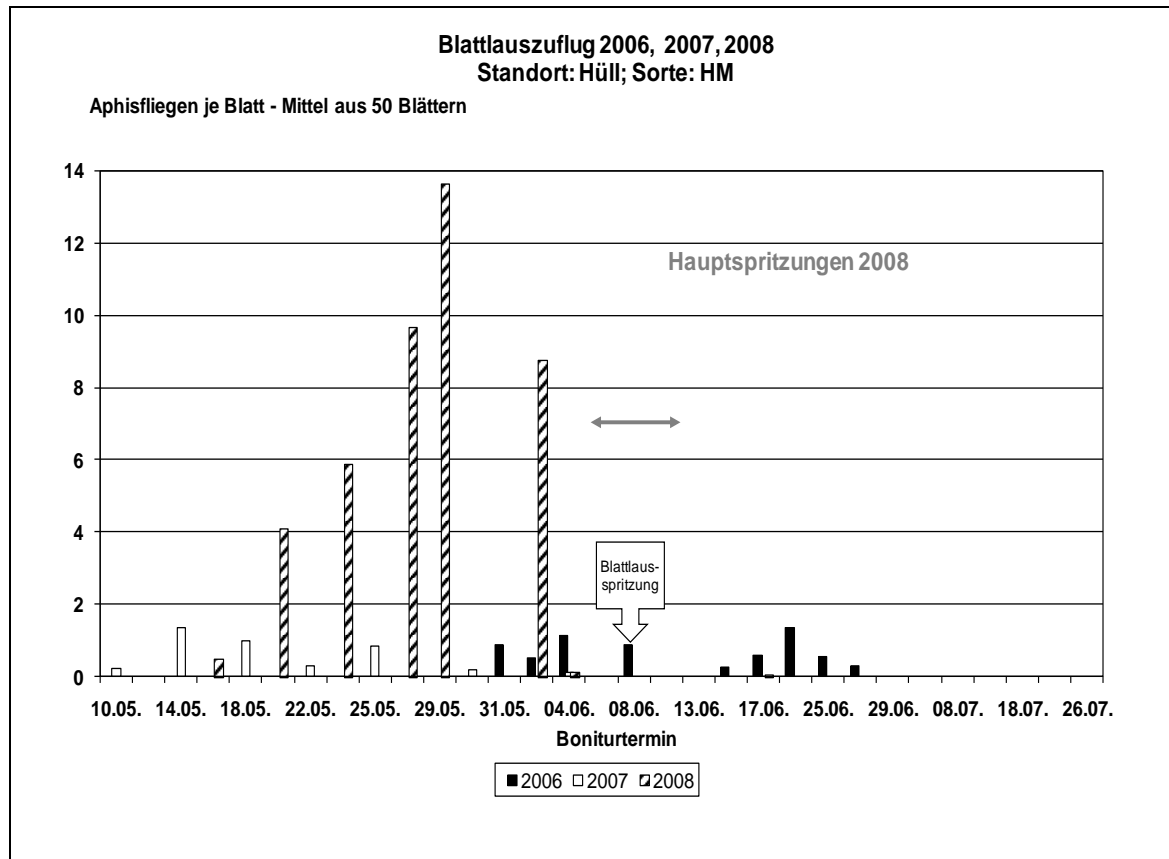


Abbildung 6.1: Blattlauszuflug

Durch den ungewöhnlich frühen und sehr starken Zuflug von Aphisfliegen ab 13. Mai (Einzelbeobachtungen) wurde die Bekämpfungsschwelle in vielen Hopfengärten sehr schnell erreicht. Die hohen Blattlauszahlen pro Blatt (mehr als 2.000 pro Blatt keine Seltenheit) führten dazu, dass mit einer Spritzung kein 100-prozentiger Erfolg erzielt werden konnte.

In der Regel waren zwei Behandlungen notwendig, um blattlausfreien Hopfen ernten zu können. 2008 war aber auch dadurch gekennzeichnet, dass in fast allen unbehandelten Parzellen in der zweiten Junihälfte und Anfang Juli die Blattlauspopulation abfiel.

In den Blattlauskolonien war eine Verpilzung zu beobachten. Auch der 2007 erstmals beobachtete Asiatische Marienkäfer (*Harmonia axyridis*) war flächendeckend in der Hallertau verbreitet und hat sicher zur Verminderung der Blattlauszahlen beigetragen.

## 6.2 Wichtige wissenschaftliche Erkenntnisse zur Biologie des Echten Mehltaus *Podosphaera macularis*

Als Grundlage für ein Prognosemodell zu Echtem Mehltau wurden im Rahmen eines Forschungsprojektes wichtige Daten zur Biologie des Schaderregers gewonnen.

1. Überwinterungsform und primäre Infektionsquelle
  - An nicht zurückgeschnittenen Hopfenpflanzen (im Hopfengarten und an Wildhopfen) wurde die Überwinterung in Mycelform nachgewiesen. Solche Einzelpflanzen waren nachweislich Ausgangsquelle für Erstinfektion.
  - Kleistothecien als Dauerform wurden in verschiedenen Varianten überwintert:

trocken, 0 – 10 %	=	95 % Vitalität
gefroren, - 18 ° C	=	92 % Vitalität
Hopfengarten	=	< 0,59 % Vitalität

Mit den vitalen Kleistothecien wurden Infektionsversuche an Pflanzen mit hohem Gefährdungspotential durchgeführt. Es konnte mit den enthaltenen Ascosporen keine Neuinfektion erzeugt werden.

Es ist bisher nicht gelungen, mit Ascosporen eine Primärinfektion zu erzeugen.
2. Wirkung von Pflanzenschutzmitteln in Abhängigkeit vom Infektionstermin
  - Neu zugewachsene Blätter nach einer Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln sind bei Neuinfektionen durch Sporen nicht geschützt; dies gilt für alle derzeit zugelassenen Produkte zur Mehltaubekämpfung.  
Konsequenz: Spritzungen müssen zum Zeitpunkt der Sporenproduktion und Sporenfreisetzungen platziert werden.
3. Untersuchungen zum „Gefährdungspotential“
  - Anfällig sind Blätter auf den Blatttagen zwei bis vier. Ab der 5. Blatttage beginnt bereits die Altersresistenz.  
Die Anzahl empfindlicher Blätter wird unter Berücksichtigung der Blattfläche zu einem sog. „Gefährdungspotential“ zusammengefasst.  
Die Untersuchungen zeigen, dass im Frühjahr ab dem Austrieb das Gefährdungspotential stark ansteigt und ab Anfang Juni wieder abfällt. Ab 10. – 15. Juni ist es nicht mehr möglich, auf den bis dahin sehr anfälligen 2. – 4. Blatttagen Mehltauinfektionen zu erreichen!
  - Mit dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln wird das Gefährdungspotential vermindert.
  - Neu: Anfang September steigt das Gefährdungspotential wieder an. Die Gefahr für Spätmehltaubefall wird dadurch größer.

4. Einfluss von Witterungsparametern auf die Infektion (Biologische Präferenzen)

- an jeweils fünf Jungpflanzen von fünf verschiedenen Sorten wurden in abgeschlossenen Plastikkäfigen Inokulationen durchgeführt. Insgesamt wurden 56 verschiedene Witterungskombinationen getestet. Die wichtigsten Ergebnisse:
  - Temperatur hat großen Einfluss auf die Befallsstärke und Inkubationszeit; optimal 8 – 25 ° C.
  - Temperaturunterschied zwischen Tag und Nacht hat großen Einfluss auf die Inkubationszeit; optimal < 5 ° C.

Zu beachten ist das Mikroklima. Die Temperaturdifferenz zwischen Stockzentrum und Hopfengarten beträgt bei Nacht bis zu – 0,5° C und am Tag bis zu + 3,0° C.

  - Relative Luftfeuchtigkeit hat keinen Einfluss auf die Inkubationszeit.
  - Lichtintensität hat großen Einfluss auf die Befallsstärke
- Übersicht „Witterungsparamter und deren Einfluss auf Inkubationszeit und Befallsstärke“:

großer Einfluss	geringer Einfluss	ohne Bedeutung
Temperatur	Blattnässedauer	rel. Luftfeuchte
Lichtmenge	Windgeschwindigkeit	Tageslänge
Tag-Nacht-Diff. (°C)	Regenintensität	Tau

Stand für ein Prognosemodell zu Echtem Mehltau im Hopfen

- Unter Berücksichtigung der biologischen Präferenzen wurde mit den Daten der agrarmeteorologischen Wetterstation der LfL ein stündlicher Algorithmus errechnet. Über „Tagesinfektionswerte“ (TIW) kommt man zur Bildung von 4-Tages-Summen. Unter Berücksichtigung des Gefährdungspotentials und der Sortenunterschiede kommt man zu einer „Befallsprognose“. Es wird noch unterschieden zwischen
  - Befallsprognose anhand Inkubationszeit (4-Tages-Summen) und
  - Befallsprognose anhand Befallsstärke (4-Tages-Summen)
- 2008 wurde eine „Witterungsgestützte Befallsprognose“ durch den Projektbearbeiter Stefan Schlagenhauser erstellt.
 

Noch nicht beantwortet ist im Detail die Frage, wann die „Schwelle“ für einen Spritzaufruf, bezogen auf Sortengruppen, erreicht ist.
- Vergleiche mit dem bisherigen „vorläufigen Prognosemodell“ wurden durchgeführt; es gibt eine sehr gute Übereinstimmung.

## 7 Hopfenqualität und Analytik

ORR Dr. Klaus Kamhuber, Dipl. Chemiker

### 7.1 Allgemeines

Hopfen wird vor allem wegen seiner Inhaltsstoffe angebaut, deshalb ist für eine erfolgreiche Hopfenforschung die Analytik der Hopfeninhaltsstoffe unverzichtbar. Die Arbeitsgruppe IPZ 5d führt im Arbeitsbereich Hopfen alle analytischen Untersuchungen durch, die zur Unterstützung von Versuchsfragen der anderen Arbeitsgruppen benötigt werden.

Der Hopfen hat drei Gruppen von braurelevanten Inhaltsstoffen: die Bitterstoffe, die ätherischen Öle und die Polyphenole. Bei der qualitativen Beurteilung und auch immer mehr bei der Bezahlung des Hopfens gelten die  $\alpha$ -Säuren als wichtigste Inhaltsstoffe. Die ätherischen Öle sorgen für den Geruch und das Aroma des Hopfens. Ihre beruhigenden Eigenschaften können in der Medizin genutzt werden.

Als dritte Gruppe von Hopfeninhaltsstoffen gelangen die Polyphenole immer mehr in den Fokus. Durch ihre Fähigkeit als Antioxidantien und als Fänger freier Radikale zu wirken haben sie viele für die Gesundheit positive Eigenschaften. Zwei sehr bemerkenswerte Hopfenpolyphenole sind das Xanthohumol und das 8-Prenylnaringenin. Xanthohumol hat neben vielen anderen positiven Aktivitäten vor allem ein großes Potential zur Krebs-Prävention.

Die Substanz 8-Prenylnaringenin ist eines der stärksten Phytoöstrogene und verleiht dem Hopfen eine leicht östrogene Wirkung. Auf Grund der vielfältigen Inhaltsstoffe des Hopfens könnten auch alternative Anwendungsmöglichkeiten außerhalb der Brauerei erschlossen werden, z.B. in der Lebensmittelindustrie, als Bestandteil von Kosmetika und Medikamenten, in Functional Foods und Nahrungsergänzungsmitteln.

### 7.2 Optimierung der Inhaltsstoffe als Zuchtziel

#### 7.2.1 Anforderungen der Brauindustrie

Im Mai 2008 fand in Wolnzach ein internationales Hopfenbausymposium zum Thema Hopfenbau 2020 statt, wobei auch die Anforderungen an die Inhaltsstoffe zur Diskussion standen. Es sollen Hopfensorten mit möglichst hohem  $\alpha$ -Säuregehalt und  $\alpha$ -Säurenstabilität gegenüber Jahrgangsschwankungen gezüchtet werden. 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.

Die ätherischen Öle sind für das Hopfenaroma verantwortlich. Es sollen Aromasorten mit unterschiedlichen Spektren an Hopfenölen gezüchtet werden, um eine Produktvielfalt zu gewährleisten. Für das Hopfenaroma haben Leitsubstanzen wie Linalool, Humulen, Caryophyllen und Myrcen Bedeutung.

Polyphenole tragen zum Bittereindruck bei und haben teilweise einen funktionellen Zusatznutzen. Die Erhöhung von niedermolekularen Polyphenolen wie Xanthohumol, Prenylflavonoiden und phenolischen Carbonsäuren soll ein Ziel sein.

### 7.2.2 Alternative Anwendungsmöglichkeiten

Die  $\beta$ -Säuren spielen beim Bierbrauen keine große Rolle, da sie größtenteils verloren gehen. Sie erweisen sich aber gegenüber grampositiven, pathogenen Bakterien als antimikrobiell. Dies kann genutzt werden, um die  $\beta$ -Säuren 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 Hygienisierung von biogenen Abfällen (Klärschlamm, Kompost), Beseitigung von Schimmelpilzbefall, Geruchs- und Hygieneverbesserung von Streu, Kontrolle von Allergenen und der Einsatz als Antibiotikum in der Tiernahrung.

Für diesen Anwendungsbereich ist in der Zukunft sicher ein größerer Bedarf an Hopfen denkbar. In Hüll wird bei der Züchtung auch hinsichtlich des  $\beta$ -Säuregehalts selektiert. Es ist sogar ein Zuchtstamm vorhanden, der bedingt durch eine Mutation nur  $\beta$ -Säuren produzieren kann.

Ein anderes Feld für alternative Anwendungen ist der Bereich Gesundheit und Wellness. Hopfen könnte für Nahrungsergänzungsmittel, Functional Foods oder Medikamente genutzt werden. Wie in der Einleitung erwähnt, stellt besonders Xanthohumol eine Substanz mit großen Fähigkeiten dar. Von allen kommerziell angebauten Sorten hat die Hüller Sorte Hallertauer Taurus mit 1 % den größten Xanthohumolgehalt. Ein Zuchtstamm mit 1,7 % Xanthohumol ist jedoch auch schon verfügbar.

Die Erhöhung des Xanthohumolgehalts ist ein definiertes Zuchtziel. 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 Potential und ist im Hopfen in einer Größenordnung von bis zu 0,2 % vorhanden. Diese Substanz wird als für die Gesundheit sehr positiv bewertet und ist auch in Äpfeln in größeren Mengen enthalten.

Die anderen Polyphenole wie die Catechine und Proanthocyanidine sind negativ mit den  $\alpha$ -Säuregehalten korreliert. Aromahopfen haben in der Regel einen höheren Polyphenolgehalt als Bitterhopfen. Zur Erhöhung des Gesamtpolyphenolgehalts sind bisher noch keine Selektionen gemacht worden. Hüll kann aber reagieren, wenn bestimmte Inhaltsstoffe erwünscht werden.

### 7.3 Entwicklung von Analysemethoden für die Hopfenpolyphenole

Da die Hopfenpolyphenole immer mehr in den Blickpunkt des Interesses rücken, ist es auch wichtig Analysemethoden für diese Stoffgruppe zu entwickeln. Hopfen kann bis zu 8 % Polyphenole enthalten.

Mehr als 80 % der Hopfenpolyphenole setzen sich aus höher molekularen Verbindungen wie den Catechingerbstoffen und den Tanninen zusammen. Ca. 20 % bestehen aus monomeren Substanzen wie dem Xanthohumol, den phenolischen Carbonsäuren sowie den Flavonoiden und deren Glykosiden (Tabelle 7.1).



Tabelle 7.1: Die Zusammensetzung der Hopfenpolyphenole und ihre Konzentrationen im Hopfen.

<b>Substanzen und Substanzgruppen</b>	<b>Konzentrationen</b>
<b>Phenolischen Carbonsäuren</b>	
1) Benzoesäure-Derivate	< 0,01 %
2) Zimtsäure-Derivate	0,01 – 0,03 %
<b>Flavonoide</b>	
3) Quercetinglykoside	0,05 – 0,23 %
4) Kämpferolglykoside	0,02 – 0,24 %
5) Catechine und Epicatechine	0,03 – 0,11 %
6) Proanthocyanidine	0,06 – 0,11 %
7) Xanthohumol	0,20 – 1,00 %
<b>Höher molekulare Substanzen und Tannine</b>	
8) Catechingerbstoffe	2,00 – 7,00 %

Für die Hopfenpolyphenole gibt es bis jetzt noch keine offiziellen Analysenmethoden, deshalb sollen quantitative Analysenmethoden für die Gesamtpolyphenole, Gesamtflavanoide und für Einzelkomponenten entwickelt und innerhalb der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA) standardisiert werden.

Für den Gesamtpolyphenolgehalt und Gesamtflavanoidgehalt wurden bereits Methoden erarbeitet und in Ringversuchen getestet. Aus Hopfen wird zunächst ein Heißwasserextrakt hergestellt. Nach Zusatz eines Eisen(III)-Reagenzes bilden die Polyphenole braune Komplexe, die spektralphotometrisch gemessen werden können. Je nach Intensität der Verfärbung wird die Konzentration bestimmt. Zur quantitativen Erfassung der Flavanoide wird zum Heißwasserextrakt eine p-Dimethylaminozimtaldehydlösung hinzugegeben. Die Flavanoide reagieren zu violetten Verbindungen, die spektralphotometrisch quantifiziert werden können. Der letzte Ringversuch zeigte folgende Ergebnisse (Tabelle 7.2).

Tabelle 7.2: Ringversuch zum Gesamtpolyphenol- und zum Gesamtflavanoidgehalt

<b>Probe</b>	<b>Mittel in %</b>	<b>Vkr</b>	<b>VkR</b>	<b>Anzahl der Labore</b>
Pellet 1/Gesamtpolyphenole	6,65	1,7	9,4	6
Pellet 2/Gesamtpolyphenole	3,71	3,5	16,2	6
Pellet 1/Flavanoide	1,19	3,3	9,5	6
Pellet 2/Flavanoide	0,47	5,0	9,7	6

Der Variationskoeffizient  $V_k$  ist nichts anderes als die Standardabweichung geteilt durch den Mittelwert. Für eine gute Analysenmethode soll der Variationskoeffizient nicht größer als 5 % sein. Die  $V_{kr}$ 's (Variationskoeffizienten innerhalb der Laboratorien) sind schon relativ gut. Die  $V_{kR}$ 's (Gesamtvariationskoeffizienten) sind insbesondere bei den Gesamtpolyphenolen noch verbesserungsfähig. Es wird daran gearbeitet diese Analysenmethoden zu verbessern.

Xanthohumol wird zusammen mit den Bitterstoffen analysiert. Seit Mai 2008 besitzt das Labor in Hüll eine UHPLC-Anlage. Es wurde begonnen Analysenmethoden für die niedermolekularen Polyphenole zu entwickeln. Quercetin und Kaempferol kommen im Hopfen ausschließlich glykosidisch gebunden vor. Nach hydrolytischer Abspaltung der Zucker ist eine quantitative Bestimmung mit HPLC möglich. Von drei Laboratorien wurde in einem ersten Ringversuch die Bestimmung dieser beiden Substanzen getestet. Die Tabelle 7.3 zeigt die Ergebnisse.

Tabelle 7.3: Ringversuch zur Bestimmung von Quercetin und Kaempferol

Labor	Quercetin in %				Kaempferol in %			
	Pellet 1		Pellet 2		Pellet 1		Pellet 2	
	Best. 1	Best. 2	Best. 1	Best. 2	Best. 1	Best. 2	Best. 1	Best. 2
1	0,05	0,05	0,02	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01
2	0,10	0,10	0,05	0,04	0,07	0,07	0,02	0,02
3	0,09	0,09	0,05	0,04	0,05	0,05	0,01	0,01

Die Größenordnungen stimmen, wobei jedoch bei solch geringen Konzentrationen naturgemäß die Analysenunterschiede relativ groß sind.

## 7.4 Erste Erfahrungen mit der UHPLC-Anlage

Im Mai 2008 wurde im Hüller Labor eine UHPLC-Anlage in Betrieb genommen. UHPLC steht für ultra HPLC und ist eine Weiterentwicklung der konventionellen HPLC. Mit dieser Anlage können Drücke bis 1000 bar erzeugt werden. Dadurch ist es möglich Säulen, die mit Kieselgelpartikeln von einem Durchmesser hinab bis 1,9  $\mu\text{m}$  gefüllt sind, zu benutzen. Solche Säulen ermöglichen eine Trennung mit hoher Auflösung in sehr kurzer Zeit. Die Abbildung 7.1 zeigt ein Chromatogramm von Hopfenbitterstoffen durchgeführt mit einer kurzen (100 mm) 1,9  $\mu\text{m}$  Säule. Die Analyse ist in 4 Minuten durchführbar.

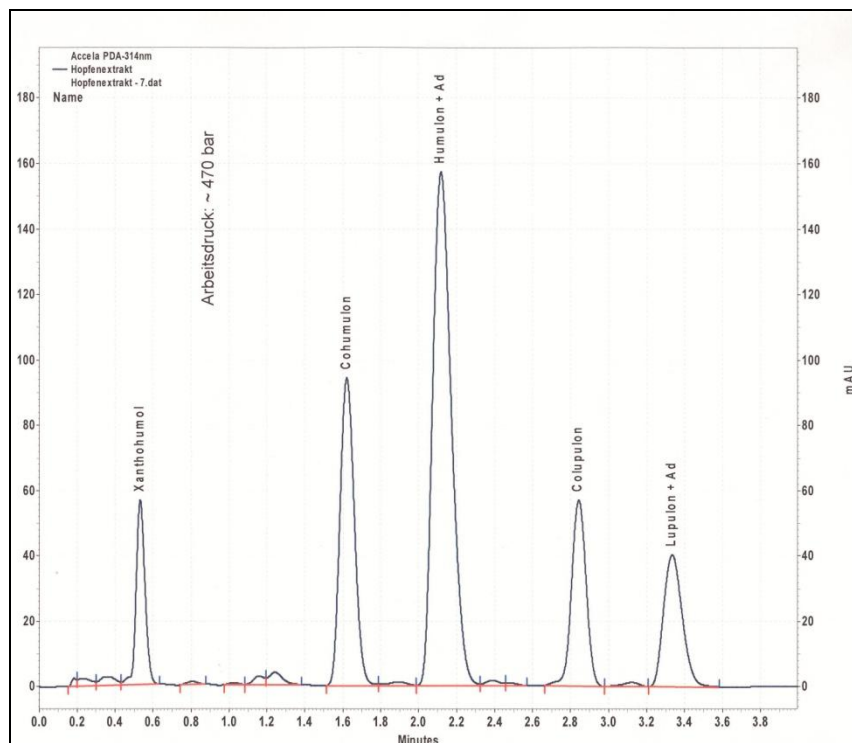


Abbildung 7.1: Bitterstoffchromatogramm mit einer 100 mm 1,9  $\mu\text{m}$  Säule

Eine konventionelle HPLC-Analyse nach EBC 7.4 benötigt 25 Minuten. Man sieht, dass mit der UHPLC eine enorme Zeit- und Lösungsmittelersparnis erreicht wird. Für die Praxis ist diese Methode jedoch noch nicht im Dauereinsatz getestet. Säulen mit 1,9  $\mu\text{m}$  Füllmaterial verstopfen sehr leicht. Deshalb wird momentan in Hüll eine Methode mit einer 125 mm 3 $\mu\text{m}$  Säule angewandt. Die Analysenzeit beträgt 11 Minuten und die Methode läuft sehr stabil. Die Proben des Ringversuchs 2008 wurden sowohl mit der konventionellen als auch mit der UHPLC-Anlage gemessen. Bei den  $\alpha$ -Säuren waren die Werte der UHPLC im Schnitt um 0,92 % höher, bei den  $\beta$ -Säuren um 4,43 % niedriger.

In der HPLC-Analytik ist momentan bei der Entwicklung neuer Geräte und neuen Säulenmaterials ein großer Innovationsschub zu beobachten und es ist für die Zukunft noch einiges zu erwarten. Die Anschaffung der UHPLC-Anlage war für Hüll eine wichtige Investition um bei der Hopfenanalytik den neuesten technischen Stand zu erhalten.

## **7.5 Welthopfensortiment (Ernte 2007)**

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 7.4 zeigt die Ergebnisse des Erntejahres 2007. Sie kann als Hilfsmittel dienen, um unbekannte Hopfensorten einem bestimmten Sortentyp zuzuordnen.

Tabelle 7.4: Welthopfensortiment 2007

Sorte	Myr- cen	2-M.-iso- butyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Lina- lool	Aroma- dendren	Unde- canon	Humu- len	Farne- sen	$\gamma$ -Muu- rolen	$\beta$ -Seli- nen	$\alpha$ -Seli- nen	Cadi- nen	Seli- nadien	Gera- niol	$\alpha$ - Säuren	$\beta$ -Säu- ren	$\beta/\alpha$	Cohu- mulon	Colu- pulon
Admiral	2492	788	9	17	37	0	7	287	6	6	4	2	20	0	0	14,8	5,8	0,39	33,5	64,9
Agnus	2888	88	1	4	9	1	3	132	0	5	6	5	13	0	0	10,8	6,6	0,61	39,8	59,1
Ahil	2628	419	18	3	12	1	6	186	32	5	7	5	16	0	0	8,6	3,4	0,40	32,8	63,4
Alliance	840	93	1	2	13	0	4	287	3	6	4	4	15	0	1	4,4	2,9	0,64	27,0	48,9
Alpharoma	343	235	28	4	8	0	13	354	7	11	6	3	25	0	0	7,4	3,8	0,52	29,4	55,3
Apolon	2571	125	10	5	17	0	3	200	31	5	7	4	14	0	0	5,8	3,3	0,56	35,9	60,0
Aquila	1333	60	4	38	28	0	19	18	0	12	87	89	14	111	0	4,1	4,0	0,96	54,3	74,2
Aromat	1939	11	2	6	32	0	20	288	20	7	8	5	17	4	0	2,9	4,0	1,38	24,1	41,6
Atlas	1607	637	19	5	13	1	2	198	22	5	9	6	15	0	0	7,5	3,7	0,50	33,7	61,2
Aurora	6084	187	2	42	32	0	18	262	31	4	4	2	14	0	0	8,6	4,1	0,47	23,2	52,1
Backa	1459	451	4	14	21	0	8	277	13	7	5	3	19	0	0	7,1	4,1	0,58	38,1	62,8
Belgisch Spalter	1731	135	1	9	17	4	6	179	0	6	26	28	15	44	0	5,0	3,8	0,75	26,8	46,3
Blink	817	376	23	3	17	0	2	235	17	6	7	5	17	0	0	7,4	4,5	0,61	32,7	56,1
Boadicea	1822	87	3	11	5	1	2	125	12	4	5	4	14	0	0	6,9	4,5	0,64	24,4	46,7
Bobek	12025	411	11	151	61	0	16	258	41	4	5	3	14	0	0	5,8	6,0	1,05	26,9	49,9
Bor	2993	147	2	42	7	0	6	287	0	4	3	2	14	0	0	9,2	4,7	0,51	26,3	50,0
Braustern	2486	127	1	39	7	0	4	254	0	5	4	2	16	0	1	9,1	5,6	0,61	27,9	47,1
Brewers Gold	2351	268	7	14	9	0	1	163	0	4	5	4	12	0	0	6,3	4,7	0,75	44,2	68,4
Brewers Stand	4977	915	14	23	53	17	16	58	0	56	90	80	125	98	0	5,3	4,1	0,77	30,0	49,1
Buket	3281	258	3	65	22	0	10	234	18	6	4	2	16	0	1	8,8	5,7	0,64	26,4	47,9
Bullion	786	253	8	8	12	0	3	155	0	7	9	8	16	0	0	6,1	4,7	0,76	42,6	64,8
Cascade	1685	248	17	6	12	0	6	269	9	6	16	11	20	0	0	4,7	5,5	1,17	30,9	43,3
Chang bei 1	777	52	2	2	25	0	11	257	6	9	24	23	20	25	0	3,6	4,1	1,14	31,1	46,9
College Cluster	325	168	9	5	5	0	4	139	2	4	7	7	11	0	0	6,4	2,6	0,41	25,6	48,4
Columbus	839	236	26	4	10	0	4	161	0	25	20	15	50	21	0	11,7	5,4	0,46	30,6	57,6
Comet	607	113	11	10	14	0	4	10	0	2	60	66	7	13	0	7,6	5,2	0,68	30,2	50,5
Crystal	923	32	1	7	25	16	9	202	0	9	39	39	17	53	0	2,8	6,8	2,38	26,6	40,4

Fortsetzung Tabelle 7.4

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	$\gamma$ -Muro-len	$\beta$ -Seli-nen	$\alpha$ -Seli-nen	Cadi-nen	Seli-nadien	Gera-niol	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	$\beta/\alpha$	Cohu-mulon	Colu-pulon
Density	1563	137	3	12	32	0	16	285	0	8	7	2	18	0	0	5,2	3,6	0,69	30,9	54,2
Diva	2487	39	4	14	19	0	23	276	5	6	98	97	24	0	0	5,5	5,7	1,04	23,8	47,9
Dunav	2557	136	2	78	6	0	5	205	12	6	4	2	15	0	0	7,3	6,0	0,83	34,0	48,9
Early Choice	1638	92	1	20	5	0	4	235	0	4	52	56	17	0	0	3,8	2,3	0,61	24,9	42,7
Eastern Gold	1035	1	2	3	17	0	7	199	4	13	9	7	45	9	0	9,0	3,3	0,37	28,8	58,7
Eastwell Golding	1176	74	1	5	11	0	4	282	0	6	4	3	15	1	1	6,4	4,0	0,62	25,6	48,6
Emerald	1335	63	2	13	6	1	5	298	0	5	4	3	14	0	1	5,7	5,2	0,91	28,2	45,2
Eroica	1944	457	13	57	5	2	4	169	0	5	9	7	14	0	0	5,9	6,7	1,13	38,4	62,3
Estera	1896	206	1	5	20	0	5	276	9	5	3	2	16	0	0	3,6	4,0	1,10	26,0	44,2
First Gold	3298	301	2	7	19	2	10	265	9	6	100	107	19	0	0	9,3	4,3	0,46	32,3	58,3
Fuggle	2574	206	1	8	17	0	6	263	16	5	4	3	16	0	0	4,0	3,2	0,81	29,0	50,5
Galena	2399	470	26	54	8	4	9	184	0	6	9	6	18	4	0	8,5	6,5	0,77	42,2	58,9
Ging Dao Do Hua	704	455	4	3	16	0	8	290	0	11	46	44	33	0	0	4,9	4,5	0,93	42,9	59,2
Glacier	1238	96	5	4	15	0	9	196	0	4	5	3	15	0	0	6,8	7,7	1,12	14,8	41,7
Golden Star	911	481	1	3	14	0	7	292	0	11	40	39	34	0	0	5,2	4,2	0,81	41,6	61,2
Granit	875	79	3	6	4	2	12	204	3	4	8	7	13	0	1	7,1	4,9	0,69	26,6	47,2
Green Bullet	2633	133	9	7	23	0	11	279	0	10	6	4	17	0	0	5,0	4,6	0,92	41,3	67,5
Hallertauer Gold	1378	103	13	6	21	0	6	301	0	6	3	2	16	0	0	5,5	5,2	0,93	22,5	43,6
Hall. Magnum	5661	184	24	24	8	2	4	281	0	6	2	2	13	0	1	10,5	6,9	0,65	28,6	45,8
Hall. Merkur	3234	163	13	7	16	2	4	288	0	12	4	4	15	0	0	12,9	5,8	0,45	18,6	43,4
Hallertauer Mfr.	466	85	1	2	23	0	8	323	0	8	6	4	21	0	0	3,5	4,0	1,15	19,5	39,6
Hall. Taurus	7228	277	16	18	40	0	11	260	0	7	63	65	18	0	0	16,3	4,8	0,29	24,1	49,1
Hall. Tradition	2865	254	8	6	34	0	6	283	0	5	4	2	16	0	0	6,0	5,3	0,88	25,8	48,2
Herald	7603	485	8	130	11	5	23	205	0	4	31	34	15	0	0	11,5	4,8	0,42	39,2	61,6
Herkules	8422	402	57	132	11	0	8	283	0	4	3	1	14	0	0	16,2	5,6	0,35	36,3	54,4
Hersbrucker Pure	2626	105	1	12	27	15	15	208	0	7	29	30	16	44	0	4,1	2,7	0,66	25,2	47,9
Hersbrucker Spät	637	127	2	3	39	46	11	178	0	10	50	49	19	60	0	2,5	4,7	1,88	23,6	42,1
Horizon	2940	197	4	19	25	0	4	141	7	3	10	10	9	0	0	7,2	5,0	0,70	23,0	45,7

Fortsetzung Tabelle 7.4

Sorte	Myrcen	2-M.-iso-butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	$\gamma$ -Muro-len	$\beta$ -Seli-nen	$\alpha$ -Seli-nen	Cadi-nen	Seli-nadien	Gera-niol	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	$\beta/\alpha$	Cohu-mulon	Colu-pulon
Hüller Anfang	456	63	4	1	14	0	5	314	0	6	3	2	18	0	0	3,4	4,6	1,36	15,0	39,5
Hüller Aroma	457	80	2	2	20	0	7	327	0	9	4	3	21	0	0	4,1	3,7	0,91	21,2	45,9
Hüller Bitter	1635	287	21	6	38	17	9	164	0	42	54	48	89	66	0	4,8	5,5	1,16	27,8	45,3
Hüller Fortschritt	600	25	2	2	15	0	7	317	0	8	4	2	17	0	0	3,4	4,8	1,41	22,7	41,5
Hüller Start	279	16	0	2	8	2	10	341	0	8	4	2	19	0	0	3,5	4,1	1,18	26,3	41,9
Jap. C 730	318	19	13	14	14	0	11	146	9	5	11	9	13	0	0	3,7	3,3	0,89	34,4	53,7
Jap. C 827	276	69	6	3	12	0	6	267	0	6	8	6	16	18	0	5,3	2,8	0,54	29,2	53,4
Jap. C 845	694	8	2	12	3	0	2	285	12	5	3	2	17	1	1	9,2	4,9	0,53	24,6	46,3
Kirin 1	594	433	1	4	13	0	6	298	0	14	41	40	37	0	0	4,8	4,1	0,85	42,2	60,8
Kitamidori	506	7	1	10	2	0	2	287	10	4	3	3	17	0	0	8,6	4,2	0,49	24,1	45,2
Kumir	3326	123	3	15	20	0	6	275	4	6	3	2	14	0	1	11,3	5,1	0,45	25,2	48,5
Late Cluster	7755	817	13	34	47	0	20	51	14	63	98	92	133	91	0	6,0	4,1	0,68	30,9	51,9
Liberty	615	143	3	4	20	0	9	280	0	8	8	6	20	7	0	4,1	4,1	1,00	25,7	47,4
Lubelski	1669	2	2	4	24	0	15	301	24	7	5	2	17	0	0	5,2	5,3	1,02	33,3	43,9
Malling	2099	225	1	5	22	0	6	265	11	5	3	2	15	0	0	3,2	2,9	0,92	27,0	46,4
Marynka	2257	295	3	17	10	4	7	155	58	6	9	8	14	0	0	8,3	4,6	0,55	27,4	49,6
Mt. Hood	106	53	15	1	12	0	6	284	0	12	6	3	26	0	1	4,5	5,0	1,12	26,5	44,8
Neoplanta	2683	111	1	29	17	0	10	249	19	5	4	2	16	0	0	8,5	4,2	0,50	26,3	52,0
Neptun	3969	161	24	6	17	4	2	210	0	5	3	2	15	0	0	13,0	5,1	0,39	22,3	41,7
Northern Brewer	3345	151	1	48	7	0	5	243	0	5	4	2	14	0	1	10,2	5,1	0,50	28,9	50,8
Nugget	2714	109	2	18	12	1	3	168	0	3	6	6	9	0	0	10,4	4,9	0,47	31,6	56,6
NZ Hallertauer	2483	149	3	14	24	0	9	169	7	5	20	21	14	24	0	4,1	6,8	1,63	41,5	49,5
Olympic	761	74	2	6	10	0	3	189	0	4	8	8	11	0	0	11,6	5,3	0,46	28,8	53,6
Omega	1765	269	11	12	12	0	6	280	0	5	49	53	17	0	0	7,0	4,4	0,62	25,1	48,4
Opal	2635	52	13	23	24	0	8	242	0	4	4	2	15	19	0	7,0	5,5	0,78	13,7	33,8
Orion	1135	124	2	6	15	0	5	218	0	7	4	3	17	0	1	7,8	5,2	0,66	30,2	49,9
Pacific Gem.	4453	600	8	26	28	0	13	257	0	8	4	2	17	0	0	10,2	7,2	0,70	38,3	65,3

Fortsetzung Tabelle 7.4

Sorte	Myrcen	2-M.-iso-butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	$\gamma$ -Muro-len	$\beta$ -Seli-nen	$\alpha$ -Seli-nen	Cadi-nen	Seli-nadien	Gera-niol	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	$\beta/\alpha$	Cohu-mulon	Colu-pulon
PCU 280	2383	98	1	15	4	0	3	263	0	4	4	3	14	0	1	9,9	4,6	0,47	28,0	52,6
Perle	1588	78	1	27	4	0	3	254	0	5	3	2	15	0	1	8,9	5,1	0,58	29,4	50,7
Phoenix	3148	237	2	12	8	0	5	249	13	4	53	59	18	0	0	10,1	4,9	0,48	25,7	51,1
Pilgrim	5792	500	4	107	12	4	17	259	0	4	68	74	18	0	0	7,3	3,7	0,50	37,3	62,2
Pilot	6458	442	14	85	40	13	56	81	0	10	394	485	38	0	0	8,6	4,5	0,53	37,4	61,5
Pioneer	4099	309	3	122	7	4	27	226	0	4	33	37	17	0	0	11,4	4,8	0,42	38,0	61,9
Premiant	4883	120	3	20	22	0	7	271	16	4	4	3	15	0	1	9,9	5,1	0,51	21,2	45,8
Pride of Kent	939	28	1	2	19	0	6	299	0	6	4	3	16	0	1	5,8	3,0	0,52	26,4	49,6
Pride of Ringwood	853	72	3	2	8	0	9	14	0	6	94	96	19	0	0	5,0	5,6	1,12	34,1	55,5
Progress	3558	1341	16	24	73	0	24	51	0	74	106	91	158	105	0	5,4	4,1	0,76	30,3	49,1
Saazer	2509	4	1	7	23	0	13	284	32	6	5	3	16	0	0	3,5	4,4	1,26	23,5	41,8
Saphir	4874	91	3	33	33	7	21	189	0	4	16	16	14	21	0	3,5	6,5	1,88	12,4	46,7
Serebrianker	468	37	1	3	20	0	5	174	2	7	31	31	20	0	0	2,8	6,2	2,17	42,1	42,5
Sirem	1855	3	2	5	27	0	14	289	24	8	5	2	19	0	0	3,8	4,4	1,16	23,4	40,7
Sladek	3933	136	3	16	21	0	6	274	10	6	4	3	15	0	1	9,8	4,2	0,43	27,3	52,1
Smaragd	2108	39	9	14	23	0	6	257	0	4	4	2	16	23	0	5,0	4,9	0,99	12,9	31,2
Spalter	2003	4	1	6	27	0	15	305	31	7	6	3	18	0	0	2,8	4,2	1,50	24,3	44,0
Spalter Select	3378	57	8	9	85	20	14	205	27	8	36	36	17	54	0	3,9	4,3	1,10	22,8	43,7
Sterling	1633	162	4	16	12	2	2	174	2	4	7	7	10	0	0	11,3	5,1	0,45	27,7	51,8
Sticklebract	4039	451	2	14	11	0	7	150	0	9	40	44	13	0	0	8,4	6,6	0,78	40,0	64,2
Strisselspalter	746	90	2	6	27	24	8	200	0	10	44	43	17	55	0	2,2	5,8	2,61	32,2	41,9
Super Alpha	3240	340	12	14	33	0	9	285	0	8	4	2	15	0	0	8,1	4,2	0,52	33,3	59,5
Talisman	2817	118	2	45	7	0	4	242	0	4	3	2	15	0	1	8,4	5,1	0,60	30,6	50,1
Tettnanger	1131	3	3	6	32	0	23	324	19	8	7	3	20	0	0	3,8	4,0	1,07	30,6	43,7
Toyomidori	1006	388	21	41	16	0	19	211	0	22	16	10	50	11	0	9,3	4,5	0,48	34,5	64,0
Ultra	266	34	1	2	8	0	3	316	0	6	5	4	17	0	1	3,2	3,6	1,11	20,6	41,7
Urozani	1608	1	1	4	52	0	13	232	23	9	24	24	18	33	0	4,5	6,4	1,43	33,3	45,1
USDA 21055	2193	299	2	104	7	0	4	116	24	5	17	17	14	1	0	8,6	3,7	0,43	48,3	69,2

Fortsetzung Tabelle 7.4

Sorte	Myr- cen	2-M.-iso- butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Lina- lool	Aroma- dendren	Unde- canon	Humu- len	Farne- sen	$\gamma$ -Muu- rolen	$\beta$ -Seli- nen	$\alpha$ -Seli- nen	Cadi- nen	Seli- nadien	Gera- niol	$\alpha$ - Säuren	$\beta$ - Sä- ren	$\beta/\alpha$	Cohu- mulon	Colu- pulon
Vojvodina	3167	208	3	32	8	0	6	248	4	5	4	2	15	0	0	6,6	3,6	0,54	31,6	56,0
WFG	1899	51	2	8	24	0	13	283	16	8	4	2	16	0	0	4,7	4,2	0,88	24,5	40,8
Willamette	1580	187	1	5	14	0	3	257	13	5	4	3	15	0	0	3,3	3,4	1,03	37,4	57,6
Wye Challenger	4353	407	3	43	23	0	9	256	5	4	49	61	17	0	0	4,4	4,5	1,03	25,5	47,9
Wye Northdown	2281	105	2	10	15	0	4	237	0	5	3	2	15	0	1	8,0	6,0	0,76	27,2	45,3
Wye Target	6702	391	13	39	28	2	9	149	0	8	7	7	28	8	0	11,5	5,7	0,49	36,1	59,4
Wye Viking	2091	65	1	26	11	0	11	212	28	5	38	40	16	1	0	5,1	5,0	0,99	23,0	42,1
Yeoman	3379	289	13	15	8	0	5	222	0	5	38	42	16	0	1	14,0	5,4	0,39	27,9	52,0
Zatecki	1917	149	2	8	18	0	4	258	11	4	4	2	14	0	1	3,6	3,6	1,00	24,1	42,3
Zenith	2606	134	1	18	23	0	7	266	0	6	81	105	20	0	1	9,3	4,1	0,44	26,8	50,4
Zeus	2677	120	13	5	5	0	3	154	0	12	13	11	34	15	0	12,7	5,8	0,45	39,2	61,0
Zitic	1672	15	1	11	9	2	6	289	6	6	3	2	15	0	1	5,7	4,9	0,86	27,4	46,3
Zlatan	2148	11	3	8	37	0	23	306	18	8	6	3	19	0	0	4,4	4,4	1,00	29,8	46,1

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



## 7.6 Ringanalysen zur Ernte 2008

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 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 Analysenergebnisse zugelassen sind.

Auch im Jahr 2008 hatte die Arbeitsgruppe IPZ 5d wieder die Aufgabe Ringanalysen zu organisieren und auszuwerten, um die Qualität der  $\alpha$ -Säureanalysen sicherzustellen.

Im Jahr 2008 haben sich folgende Laboratorien an dem Ringversuch beteiligt:

- Hallertauer Hopfenveredlungsgesellschaft (HHV), Werk Au/Hallertau
- NATECO<sub>2</sub> GmbH & Co. KG, Wolnzach
- Hopfenveredlung St. Johann GmbH & Co. KG, St. Johann
- Hallertauer Hopfenveredlungsgesellschaft (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 9. September 2008 und dem 14. November 2008 insgesamt zehnmal (10 Wochen) durchgeführt, da in dieser Zeit der Großteil der Hopfenpartien in den Laboratorien untersucht wurde. Das Probenmaterial wurde dankenswerterweise von Herrn Hörmannspurger (Hopfenring Hallertau) zur Verfügung gestellt. Jede Probe wurde immer nur aus einem Ballen gezogen, um eine größtmögliche Homogenität zu gewährleisten.

Jeweils am Montag wurden die Proben in Hüll mit einer Hammermühle vermahlen, mit einem Probenteiler geteilt, vakuumverpackt und zu den einzelnen Laboratorien gebracht. An den darauf folgenden Wochentagen wurde immer eine Probe pro Tag analysiert. Die Analysenergebnisse wurden eine Woche später nach Hüll zurückgegeben und dort ausgewertet. Im Jahr 2008 wurden insgesamt 39 Proben analysiert. Die Auswertungen wurden so schnell wie möglich an die einzelnen Laboratorien weitergegeben. Die Abbildung 7.2 zeigt eine Auswertung als Beispiel.

Die Nummerierung der Laboratorien entspricht nicht der obigen Zusammenstellung. Als Ausreissertest zwischen den Laboratorien wurde nach DIN ISO 5725 der Grubbs-Test gerechnet. Im Jahr 2008 wurde 1 Ausreisser erkannt. Die Tabelle 7.3 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 2008.

Nr. 14: SR (01.10.2008)

Labor	KW		mittel	s	cvr
1	4,64	4,73	4,69	0,064	1,4
2	4,46	4,45	4,46	0,007	0,2
3	4,66	4,74	4,70	0,057	1,2
4	4,67	4,57	4,62	0,071	1,5
5	4,68	4,69	4,69	0,007	0,2
6	4,59	4,63	4,61	0,028	0,6
7	4,23	4,28	4,26	0,035	0,8
8	4,52	4,52	4,52	0,000	0,0

mean	4,57
sr	0,042
sL	0,211
sR	0,215
vkR	0,93
vkR	4,72
r	0,12
R	0,60
Min	4,23
Max	4,74

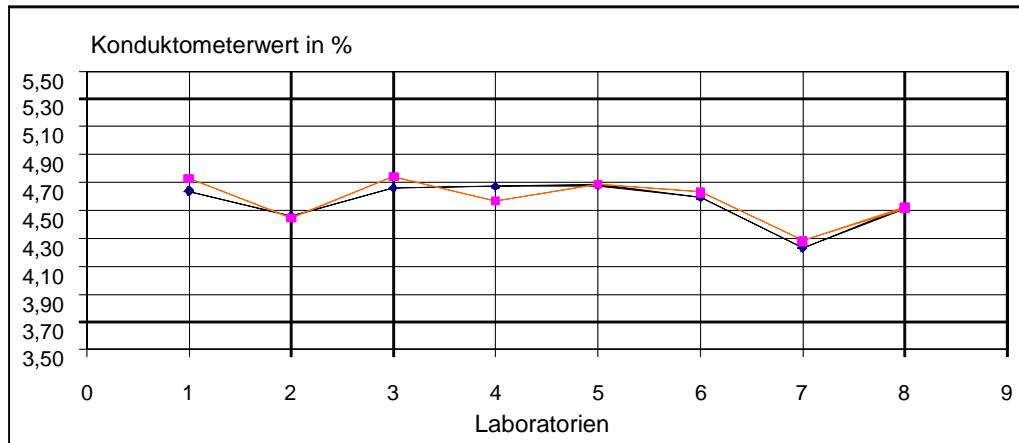


Abbildung 7.2: Auswertung einer Ringanalyse

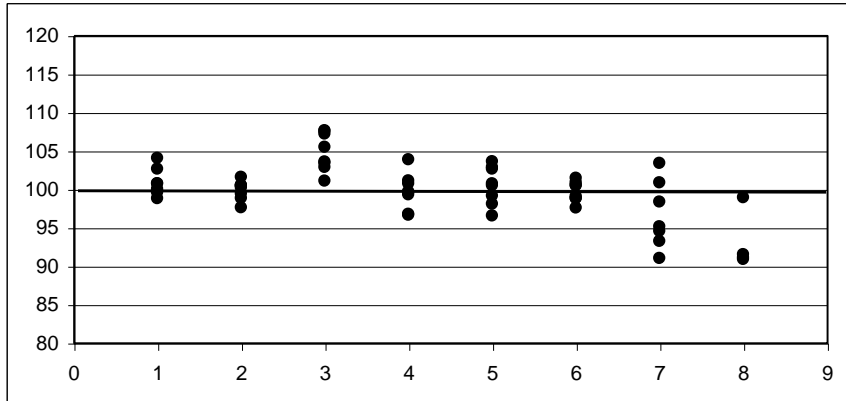
Tabelle 7.5: Toleranzgrenzen der Methode EBC 7.4 und deren Überschreitungen in den Jahren 2000 bis 2008

	bis 6,2 % $\alpha$ -Säuren	6,3 % - 9,4 % $\alpha$ -Säuren	9,5 % - 11,3 % $\alpha$ -Säuren	ab 11,4 % $\alpha$ -Säuren
d kritisch	+/-0,3	+/-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

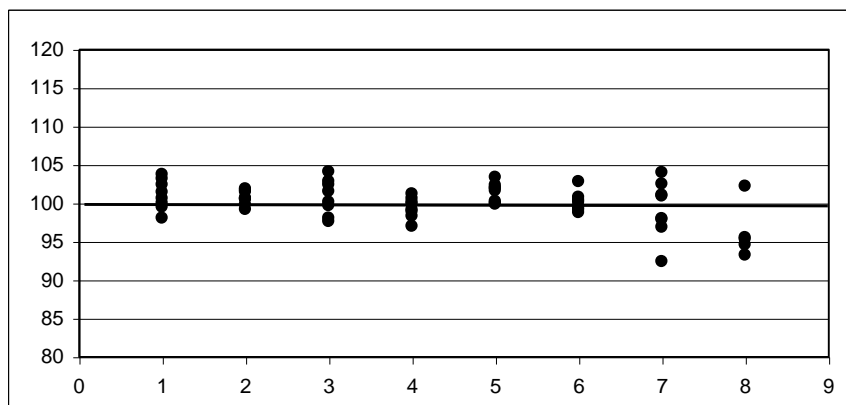
Im Jahr 2008 gab es insgesamt 8 Überschreitungen der zugelassenen Toleranzgrenzen. Besonders bei den Hoch- $\alpha$ -Sorten war deren Anzahl sehr hoch, was sicher auch auf die extrem hohen  $\alpha$ -Säuregehalte der Ernte 2008 zurückzuführen ist.

In Abbildung 7.3 sind alle Analysenergebnisse für jedes Labor als relative Abweichungen zum Mittelwert (= 100 %) differenziert nach  $\alpha$ -Säuregehalten <5 %,  $\geq$ 5 % und <10 %, sowie  $\geq$ 10 % zusammengestellt. Aus dieser Grafik kann man sehr gut erkennen, ob ein Labor 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 %**

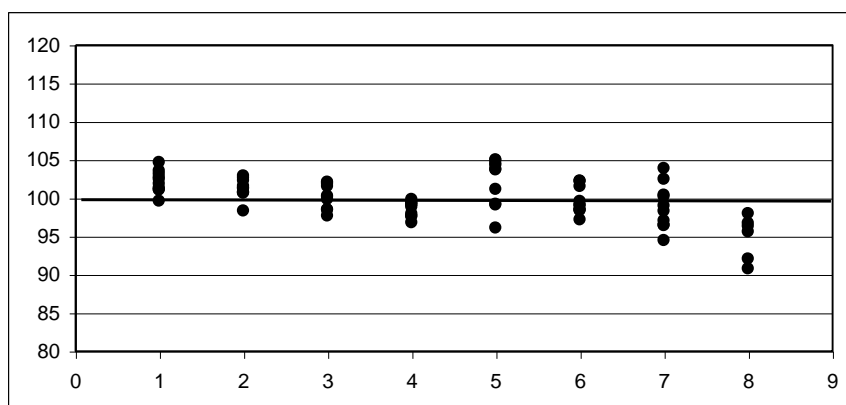


Abbildung 7.3: Analysenergebnisse der Laboratorien relativ zum Mittelwert

## 7.7 NIRS (Nahinfrarot Reflektionsspektroskopie)-Analytik

Die  $\alpha$ -Säuregehalte erlangen bei der Bezahlung des Hopfens eine zunehmende Bedeutung, deshalb stieg in den letzten Jahren die Anzahl der durchgeführten  $\alpha$ -Säureanalysen nach EBC 7.4 stark an. Für die Laboratorien wäre es eine große Entlastung, eine preiswerte Schnellmethode zur Verfügung zu haben. Dies ist der Grund, warum man mit der Entwicklung von NIRS-Methoden begonnen hat. Ziel war eine für die Praxis akzeptierbare Genauigkeit zu erhalten. Zunächst wurde eine Kalibrierung basierend auf Konduktometerwerten aufgebaut. In dieser Kalibrierung stecken 5527 Datensätze. Da durch das jährliche Hinzufügen neuer Datensätze diese Kalibrierung nicht mehr verbessert werden konnte, wurde begonnen eine Kalibrierung basierend auf HPLC-Daten zu erstellen. Mittlerweile befinden sich auch in dieser Kalibrierung 4619 Datensätze und es scheint keine Verbesserung mehr möglich zu sein. Als Analysenmethode für die Hopfenlieferungsverträge ist die NIRS-Methode nicht exakt genug.

Die in der Tabelle 7.3 dargestellten Werte für  $d$  kritisch würden doppelt so groß werden und das ist, wenn es um die Bezahlung geht, nicht akzeptabel. Deshalb wurde von den beteiligten Laboratorien beschlossen die Entwicklung der gemeinsamen Kalibrierung zu beenden. Das Labor in Hüll führt die NIRS-Methode weiter. Als Schnellmethode für die  $\alpha$ -Säurenbestimmung hat NIRS ihre Berechtigung. Hopfen ist ein sehr inhomogenes Probenmaterial und der Fehler der Probenahme ist sicherlich größer als der Analysenfehler. Mit NIRS hat man eine relativ preiswerte und schnelle Screeningmethode für die Hopfenzüchtung zur Hand. Die Abbildung 7.4 zeigt einen Vergleich von Konduktometerwerten mit NIRS-Werten der Ernte 2008. Die Konduktometerwerte wurden gleich 100 % gesetzt und die NIRS-Werte sind relativ dazu angegeben. Aus der Abbildung 7.4 ist ersichtlich, dass die NIRS-Werte größer oder kleiner als die Konduktometerwerte sind, wobei jedoch bei den Hoch- $\alpha$ -Sorten NIRS tendenziell höhere Werte misst.

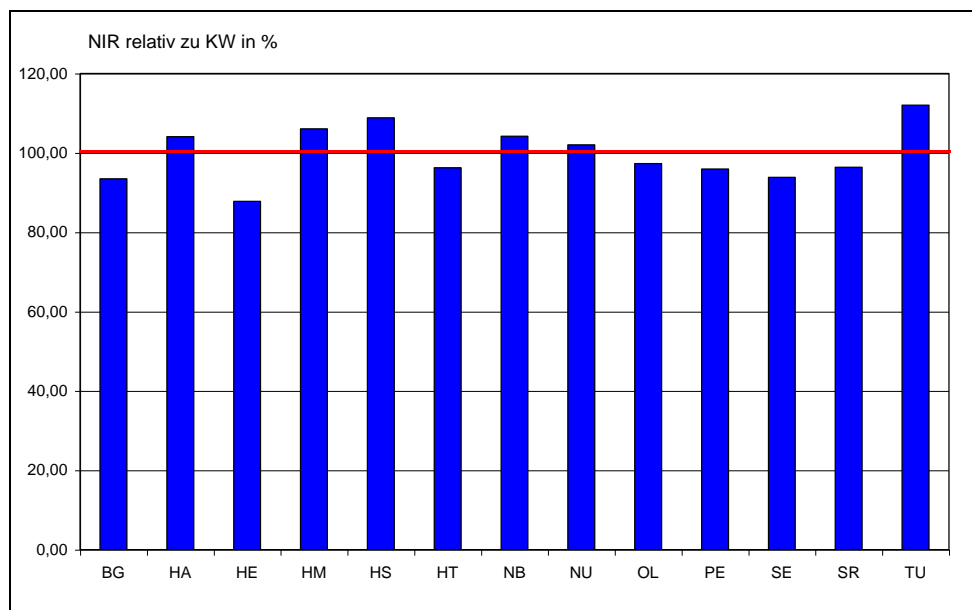


Abbildung 7.4: NIRS-Werte relativ zu Konduktometerwerten der Ernte 2008

## **7.8 Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen der Ernte 2008**

Die jährlichen Kontrollen auf Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen geben einen sehr guten Überblick über die tatsächliche Situation hinsichtlich des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln. Auch 2008 konnte wieder festgestellt werden, dass Hopfen frei von schädigenden Rückständen aus Pflanzenschutzmitteln ist.

Auf Grund der hohen Kosten für die Gesamtanalyse (ca. 1.250,- € 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. Die Sorte Hallertauer Mittelfrüher wird durchgängig auf die in dieser Studie untersuchten Wirkstoffe kontrolliert.

Obwohl in der Praxis wesentlich weniger Wirkstoffe eingesetzt werden, wurden in dieser Studie insgesamt 96 verschiedene Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe 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.

Eine Neuerung gibt es bei den zulässigen Rückstands-Höchstmengen. Die deutsche „Verordnung über Höchstmengen an Rückständen von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln, Düngemittel und sonstigen Mitteln in oder auf Lebensmitteln und Tabakerzeugnissen“ vom 01. Sept. 1994 und den folgenden Änderungsverordnungen, wurde abgelöst durch die „Verordnung (EG) Nr. 396/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Feb. 2005 über Höchstgehalte an Pestizidrückständen in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs“. Die Verordnung trat am 01. Sep. 2008 in Kraft. In der Spalte „zulässige Höchstmengen“ der Tabelle 1 sind die seit 01. Sept. 2008 EU-weit gültigen Höchstmengen angegeben. Die bisherigen deutschen Werte wurden durch die EU-Richtlinie abgelöst. Aus rechtlichen Gründen ist die deutsche Richtlinie noch nicht außer Kraft gesetzt.

### **7.8.1 Probenauswahl und Analysenergebnisse**

Verteilt über die Abwaage- und Zertifizierungssaison 2008 wurden durch den Hopfenring e.V. insgesamt 105 Hopfenmuster aller wichtigen Sorten des Anbaugbietes 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 fünf in der Tabelle genannten Hopfensorten je **zwei** Hopfenmuster ausgewählt und für jede Sorte ein Mischmuster hergestellt. Die umfangreichen Rückstandsanalysen eines Mischmusters aus zwei Einzelmustern sind gerechtfertigt, da die Lieferpartien an die Käufer (Brauereien) in der Regel aus mehr als zwei Einzelpartien zusammengestellt werden.

Die Sortenauswahl erstreckt sich auf sehr krankheits- und schädlingsanfällige Sorten (z.B. Hallertauer Magnum) sowie gering anfällige Sorten (z.B. Hallertauer Tradition), auf spät-reifende Sorten (z.B. Hallertauer Taurus, Herkules) und Sorten mit großer Anbaufläche (z.B. Hallertauer Magnum, Perle). Die Analysen wurden an der Bioanalytik Weihenstephan (früher Landwirtschaftliche Hauptversuchsanstalt) der Technischen Universität in Freising-Weihenstephan durchgeführt.

Tabelle 7.6: Untersuchungen auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln – Ernte 2008  
(2008 zugelassen bzw. genehmigt)

Wirkstoffe geordnet nach Schaderreger	zulässige Höchstmenge in ppm	Milligramm pro Kilogramm = ppm					
		R 1/08	R 2/08	R 3/08	R 4/08	R 5/08	R 6/08
		HT	SR	PE	TU	HM	HS
<b>Fungizide mit Hauptwirkung gegen</b>							
<b>1. Peronospora</b>							
<b>Azoxystrobin</b>	<b>20,00</b>	<b>1,50</b>	<b>2,60</b>	<b>0,91</b>	<b>0,42</b>	<b>0,14</b>	<b>3,10</b>
Captafol	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Captan	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Cymoxanil	2,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Dimethomorph</b>	<b>50,00</b>	<b>0,13</b>	<b>16,00</b>	<b>0,17</b>	<b>0,69</b>	<b>0,24</b>	<b>0,13</b>
Dithiocarbamate	25,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fentin-acetat	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Folpet</b>	<b>150,00</b>	<b>5,50</b>	<b>3,50</b>	<b>22,80</b>	<b>0,32</b>	<b>0,52</b>	<b>81,70</b>
<b>Fosethyl</b>	<b>1500,00</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>21,20</b>	<b>15,40</b>	<b>n.n.</b>
<b>Kupferverbindungen</b>	<b>1000,00</b>	<b>193,20</b>	<b>313,0</b>	<b>221,80</b>	<b>164,70</b>	<b>97,20</b>	<b>130,20</b>
<b>Metalaxyl</b>	<b>10,00</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>&lt;0,10</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>0,11</b>
Tolyfluanid	50,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>2. Echten Mehltau</b>							
Boscalid	35,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Chlorthalonil	50,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fenarimol	5,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fenpropymorph	10,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Flusilazol	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Kresoxim-methyl	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Myclobutanil</b>	<b>2,00</b>	<b>1,20</b>	<b>1,10</b>	<b>0,86</b>	<b>0,17</b>	<b>0,83</b>	<b>n.n.</b>
Nitrothal-isopropyl	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Penconazol	0,50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Propiconazol	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pyraclostrobin	10,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Quinoxifen</b>	<b>0,50</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>&lt;0,10</b>
Spiroxamine	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Tebuconazol	30,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Triadimefon	10,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Triadimenol</b>	<b>10,00</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>0,30</b>	<b>n.n.</b>
Triforin	30,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Trifloxystrobin</b>	<b>30,00</b>	<b>0,67</b>	<b>0,12</b>	<b>&lt;0,10</b>	<b>1,10</b>	<b>n.n.</b>	<b>6,20</b>
<b>3. Botrytis</b>							
Dichlofluanid	150,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Procymidon	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Vinclozolin	40,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Fortsetzung Tabelle 7.6

Wirkstoffe geordnet nach Schaderreger	zulässige Höchstmenge in ppm	Milligramm pro Kilogramm = ppm					
		R 1/08	R 2/08	R 3/08	R 4/08	R 5/08	R 6/08
		HT	SR	PE	TU	HM	HS
<b>Insektizide mit Hauptwirkung gegen</b>							
<b>1. Blattläuse</b>							
Acetamiprid	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Acrinathrin	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Alphacypermethrin	30,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Bifenthrin	10,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Bioresmethrin	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
3-Hydroxy-Carbofuran	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Clothianidin	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Cyfluthrin	20,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Cypermethrin	30,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Deltamethrin	5,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Diazinon	0,50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dibrom	-	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dichlorvos	0,02	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dicrotophos	0,01	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dioxacarb	0,01	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Endosulfan	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Ethiofencarb	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fenvalerat	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Flonicamid</b>	<b>2,00</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>
Flucythrinate	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Imidacloprid</b>	<b>10,00</b>	<b>n.n.</b>	<b>&lt;0,10</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>
Mevinphos	0,02	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Omethoat	-	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Parathion-methyl	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Permethrin	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pirimicarb	4,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Propoxur	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Pymetrozin</b>	<b>15,00</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>
Thiometon	-	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>2. Liebstöckelrüssler</b>							
Acephat	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Carbofuran	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Carbosulfan	1,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Chlorpyrifos-methyl	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fipronil	0,01	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Lambda-Cyhalothrin</b>	<b>10,00</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>
<b>Methamidophos</b>	<b>0,02</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>
Methidathion	5,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Spinosad	22,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Fortsetzung Tabelle 7.6

Wirkstoffe geordnet nach Schaderreger	zulässige Höchstmenge in ppm	Milligramm pro Kilogramm = ppm					
		R 1/08	R 2/08	R 3/08	R 4/08	R 5/08	R 6/08
		HT	SR	PE	TU	HM	HS
<b>Akarizide gegen Gemeine Spinnmilbe</b>							
<b>Abamectin</b>	<b>0,05</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>
Amitraz	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Azocyclotin/Cyhexatin	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Brompropylat	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Clofentezin	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dicofol	50,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Etoxazol	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fenbutatinoxid	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fenpropathrin	0,02	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Fenpyroximate</b>	<b>10,00</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>
Fluvalinate	-	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Hexythiazox</b>	<b>20,00</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>
Malathion	0,02	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Propargit	100,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pyridaben	10,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Spirodiclofen</b>	<b>30,00</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>
<b>Herbizide</b>							
<b>Carfentrazone-ethyl</b>	<b>0,02</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>
<b>Cinidon-ethyl</b>	<b>0,10</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>
<b>Fluazifop-P-butyl</b>	<b>0,10</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>
<b>Haloxyfop</b>	<b>0,05</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>
<b>MCPA</b>	<b>0,10</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>
Metribuzin	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Monolinuron	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Trifluralin	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

n.n. = nicht nachweisbar

**Fettdruck** = Wirkstoffe 2008 zugelassen bzw. genehmigt

HT = Hallertauer Tradition

TU = Hallertauer Taurus

SR = Saphir

HM = Hallertauer Magnum

PE = Perle

HS = Herkules

## 7.8.2 Beurteilung der Ergebnisse

Die Haupternte 2008 war gekennzeichnet von sehr guten Gehalten an wertbestimmenden Inhaltsstoffen und sehr guter äußerer Qualität. Wenn die Hopfendolden sehr wenig von Krankheiten und Schädlingen befallen sind, könnte ein hoher Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und damit erhöhte Werte an Rückständen die Ursache dafür sein.

Die Analysenwerte des Monitorings zeigen, dass bei sachgerechtem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auch gesunder Hopfen frei von unerlaubten Rückständen ist. Dies zeigt auch das Ergebnis des Musters „R6/08, PE“; es handelt sich hier um ein Siegermuster einer Hopfenausstellung 2008.



Dass im Erntejahr 2008 häufiger Fungizide zur Bekämpfung von Falschen Mehltau (*Peronospora*) gefunden wurden, ist auf den hohen Infektionsdruck gegen Ende der Saison zurückzuführen. Es waren im August noch zwei (bei spätreifen Sorten noch drei) Spritzauf-rufe notwendig, um die Dolden gesund zu erhalten. Die Tabelle 7.7 zeigt eine Zusammenfassung der Rückstandssituation der Ernte 2008.

Tabelle 7.7: Rückstandssituation bei Hopfen der Ernte 2008 (Zusammenfassung aus Ta-belle 7.6)

Wirkstoff (Handelsname)	Häufig-keit n = 6	ppm min-max.	ppm Höchst-menge	ppm US Tol-eranz	ppm Japan Toleranz
Azoxystrobin (Ortiva)	6	0,14–3,10	20,0	20,0	20,0
Dimetomorph (Forum)	6	0,13–16,00	50,0	60,0	60,0
Folpet (Folpan WDG)	6	0,32–81,7	150,0	120,0	120,0
Fosethyl (Aliette)	2	15,40–21,20	1500,0	45	1440,0
Imidacloprid (Confidor WG 70)	1	< 0,10	2,0	6,0	10,0
Kupferverbindungen	6	97,70–313,0	1000,0	ex.	ex.
Metalaxyl (Ridomil Gold Combi)	2	< 0,10–0,11	10	20	10
Myclobutanil (Systane 20 EW)	5	0,17–1,20	2	10	2
Quinoxifen (Fortress 250)	1	< 0,10	0,5	3,0	3,0
Triadimenol (Bayfidan)	1	0,30	10,0	-	5,0
Trifloxystrobin (Flint)	5	< 0,10–6,20	30,0	11,0	20,0

ex. = exempt

### 7.8.3 Zusammenfassung

In einem Jahr mit eher unterdurchschnittlichem Befallsdruck (Ausnahme *Peronospora* im August) von Krankheiten und Schädlingen 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; bei der Mehrzahl der zugelassenen Wirkstoffe und bei allen nicht zugelassenen Wirkstoffen wurden keine Rückstände festgestellt. Eine negative Auswirkung von Pflanzenschutzmitteln auf das Bier und die Verbraucher kann somit ausgeschlossen werden.

## 7.9 Kontrolle der Sortenechtheit

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

Sortenüberprüfungen für die Lebensmittelüberwachungsbehörden

(Landratsämter) 21

davon Beanstandungen 0

## 8 Veröffentlichungen und Fachinformationen

### 8.1 Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit

	Anzahl		Anzahl
Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge	44	Führungen	70
LfL-Schriften	1	Ausstellungen und Poster	6
Pressemitteilungen	1	Aus- und Fortbildung	18
Beiträge in Rundfunk und Fernsehen	3	Diplomarbeiten	1
Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare	12	Mitarbeit in Arbeitsgruppen	20
Vorträge	85	Ehrungen	1
Ausländische Gäste	133		

### 8.2 Veröffentlichungen

#### 8.2.1 Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge

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

Engelhard, B. (2008): Hopfen ist ohne Rückstände von Pflanzenschutzmittel. Brauerei-Forum 1/2008, S. 16.

Engelhard, B. (2008): Stehen in Zukunft noch ausreichend zugelassene Pflanzenschutzmittel im Hopfen zur Verfügung? Proceedings of the 45th Hop Seminar with international participation, Portoroz / Slowenien, 5.-6. März 2008, S. 97-100

Engelhard, B., Schlagenhauser, S. (2008): Epidemieverlauf von Echtem Mehltau *Podosphaera macularis* am Hopfen – ein Vergleich von Einzelpustelbeobachtungen mit Bonituren nach EPPO-Richtlinien. Mitteilungen aus dem Julius-Kühn-Institut **417**: 315

Engelhard, B., Weihrauch, F., Schwarz, J. (2008): Einsatz von Quassia zur Blattlausbekämpfung im Hopfen. Mitteilungen aus dem Julius-Kühn-Institut **417**: 316

Fuß, S., Hartmair, A., Portner, J. (2008): Sensorgesteuerte Einzelpflanzenbehandlung im Gießverfahren. Hopfen Rundschau 59 (4), 101-102.

Fuß, S. et al. (2008): Mehr Gewinn? Hopfenrundschau International 2008, 60-63.

Kammhuber, K. (2008): Mehr physikalisch als chemisch, Die Nahinfrarotspektroskopie in der Hopfenanalytik-Möglichkeiten und Grenzen, Brauindustrie 2/2008, 42-44.

Kammhuber, K. (2008): Die antimikrobiellen und bakteriostatischen Eigenschaften der Hopfenbitterstoffe, Tagungsband Internationales Hopfensymposium „Hopfenanbau 2020“, 78 - 81

Kammhuber, K. und Lutz, A. (2008): Der richtige Erntezeitpunkt - Entscheidend für die Qualität des Hopfens, Schule und Beratung 3-4/08, III-7-III-9.

### **Fortsetzung Pkt. 8.2.1 - Praxisinformation und wissenschaftliche Beiträge**

- Kammhuber, K., Kneidl, J., Lutz, A., Petzina, C., B. Wyschkon (2008): Bonitierung und Ergebnisse für die Deutsche Hopfenausstellung 2008. Hopfenrundschaue 12, 329-332.
- Münsterer, J. (2008): Leistungssteigerung und Energieeinsparung bei Hordendarren durch optimale Luftführung. Hopfen Rundschaue 59 (4), 99-101.
- Münsterer, J. (2008): Kosteneinsparung bei der Hopfentrocknung durch alternative Energiequellen und Wärmerückgewinnung. Hopfen Rundschaue 59 (5), 127-129.
- Münsterer, J. (2008): Sicherung der Hopfenqualität durch optimale Konditionierung. Hopfen Rundschaue 59 (6), 146-148.
- Niedermeier, E. (2008): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschaue 59 (5), 130-132.
- Niedermeier, E. (2008): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschaue 59 (6), 150.
- Niedermeier, E. (2008): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschaue 59 (7), 178.
- Niedermeier, E. (2008): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschaue 59 (8), 213.
- Niedermeier, E. (2008): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschaue 59 (9), 253.
- Portner, J. (2008): Aktuelle Hopfenbauhinweise. Hopfenbau-Ringfax Nr. 2; 3; 4; 6; 8; 9; 10; 11; 12; 14; 15; 17; 18; 21; 22; 23; 24; 27; 28; 29; 30; 31; 33; 34, 35; 36; 38; 39; 46; 47; 49; 51; 52
- Portner, J. (2008): Überprüfung der Pflanzenschutzgeräte im Hopfenbau – „Spritzen-TÜV“. Hopfen Rundschaue 59 (3), 68.
- Portner, J. (2008): Nährstoffvergleich bis 31. März erstellen! Hopfen Rundschaue 59 (3), 69.
- Portner, J. (2008): Erste N<sub>min</sub>-Ergebnisse in Hopfen und anderen Ackerkulturen; Empfehlungen zur Stickstoffdüngung 2008! Hopfen Rundschaue 59 (3), 76.
- Portner, J. (2008): Gezielte Stickstoffdüngung d. Hopfens nach DSN (N<sub>min</sub>). Hopfen Rundschaue 59 (3), 78.
- Portner, J. (2008): EU-Erntebericht 2007. Hopfen Rundschaue 59 (4), 105.
- Portner, J., Steck, U. (2008): Dokumentation von Pflanzenschutzmittelanwendungen im Hopfenbau. Hopfen Rundschaue 59 (5), 125-127.
- Portner, J., Brummer, A. (2008): N<sub>min</sub>-Untersuchung 2008. Hopfen Rundschaue 59 (5), 129-130.
- Portner, J. (2008): Erlaubt ist nur die Ausbringung von zugelassenen Pflanzenschutzmitteln auf Nutzflächen. Hopfen Rundschaue 59 (5), 130.
- Portner, J. (2008): Peronosporabekämpfung - Planen Sie Ihren Mitteleinsatz. Hopfen Rundschaue 59 (6), 148.
- Portner, J. (2008): Kostenfreie Rücknahme von Pflanzenschutzverpackungen PAMIRA 2008. Hopfen Rundschaue 59 (7), 182.
- Portner, J. (2008): Rebenhäcksel bald möglichst ausbringen! Hopfen Rundschaue 59 (8), 198.
- Portner, J. (2008): Fachkritik zur Moosburger Hopfenschau 2008. Hopfen Rundschaue 59 (10), 264-268.
- Portner, J. (2008): Hinweise für Hopfenpflanzer zu Aktuelles im Pflanzenschutz und zu Themen der Hopfenberatung. Hopfenring/Erzeugerring-Information v. 12.06.2008, 1-2.
- Portner, J. (2008): Aktuelles zum Pflanzenschutz. Hopfenring/Erzeugerring-Information v. 30.07.2008, 1.
- Portner, J. (2008): Hinweise für Hopfenpflanzer zu Schlagkarteiauswertung, Fortbildungsveranstaltungen und KuLaP-Förderung. Hopfenring/Erzeugerring-Information v. 31.10.2008, 1-2.
- Schlagenhauser, S., Wolf, P. F. J., Verreet, J.-A., Engelhard, B. (2008): Epidemiologie und Schadrelevanz des Echten Mehltaus *Podosphaera macularis* an Hopfen. Mitteilungen aus dem Julius-Kühn-Institut **417**: 314
- Seigner, E. (2008): Hopfen – Sorten aus der Hallertau für die Biere der Welt. In: Die Entwicklung der Pflanzenzüchtung in Deutschland (1908 –2008). 100 Jahre GFP e.V. – eine Dokumentation. Röbbelen (Hrsg.): 483-490.

### **Fortsetzung Pkt. 8.2.1 - Praxisinformation und wissenschaftliche Beiträge**

Seigner, E., Lutz, A., Oberhollenzer, K., Seidenberger, R., Seefelder, S. (2008): Breeding of Hop Varieties for the Future. In: Proceedings of the 2nd ISHS International Humulus Symposium, Gent, Belgium, 1-5 Sept. 2008.

Seigner, E., Lutz, A., Seefelder, S. (2008): Züchtung neuer, innovativer Sorten für die Zukunft. Tagungsband Hopfenbau 2020 – Internationales Hopfensymposium vom 5.-6. Mai 2008 in Wolnzach: 53-56.

Seigner, E. und Lutz, A. (2008): Robust und leistungsstark – Herkules, eine neue Hochalphasorte mit Zukunft. Brau-Industrie Nr. 2, Februar 2008, 38-41.

Weihrauch, F., Schwarz, J., Engelhard, B. (2008): Quassia, an effective aphid control agent for organic hop growing. Book of Abstracts of the 16<sup>th</sup> IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy, 16-20 June 2008: 247.

Weihrauch, F., Schwarz, J., Engelhard, B. (2008): Quassia, an effective aphid control agent for organic hop growing. In: Neuhoff, D., Halberg, N., Alföldi, T., Lockeretz, W., Thommen, A., Rasmussen, I.A., Hermansen, J., Vaarst, M., Lueck, L., Caporali, F., Jensen, H. H., Migliorini, P. & Willer, H., (eds): Cultivating the Future based on Science. Vol. 1 – Organic Crop Production. Proceedings of the Second Scientific Conference of the International Society of Organic Agriculture Research (ISO FAR), held at the 16<sup>th</sup> IFOAM Organic World Congress, 18-20 June 2008 in Modena, Italy. ISO FAR, Bonn, IOL, Bonn, FiBL, Frick, & DARCOF, Tjele: 456-459

Weihrauch, F. (2008): Im Handstreich: Die Eroberung der Hopfengärten der Hallertau durch *Harmonia axyridis* im Jahr 2007 (Coleoptera, Coccinellidae). *Nachrichtenblatt der bayerischen Entomologen* 58(1/2): 12-16

Weihrauch, F. (2008). Overwintering of common green lacewings in hibernation shelters in the Hallertau hop growing area (Neuroptera: Chrysopidae). *Journal of Insectology* 61(1): 67-71

Weihrauch, F., Baumgartner, A., Felsl, M., & Lutz, A. (2008): Aphid Tolerance of Different Hop Genotypes: First Attempts to Develop a Simple Biotest for Hop Breeding by the Use of *Phorodon humuli*. *Book of Abstracts, 2<sup>nd</sup> ISHS International Humulus Symposium, 1-5 September 2008, Ghent, Belgium*: 39

### **8.2.2 LfL-Schriften**

<b>Name</b>	<b>Arbeitsgruppe</b>	<b>LfL-Schriften</b>	<b>Titel</b>
Portner, J.	IPZ 5a	„Grünes Heft“	Hopfen 2008

### **8.2.3 Pressemitteilungen**

<b>Autor(en), Arbeitsgruppe</b>	<b>Titel</b>
Portner, J., IPZ 5a	Hopfenbewässerung – Hopfenbauern wappnen sich für den Klimawandel Mittelbayerische Zeitung+Hallertauer Zeitung

## 8.2.4 Beiträge in Rundfunk und Fernsehen

Name /AG	Sendetag	Thema	Titel der Sendung	Sender
Portner, J., IPZ 5a	01.07.2008	Interview zur Hopfenbewässerung		Radio Charivari
Weihrauch, F., IPZ 5b	13.07.2008	Asiatischer Marienkäfer	Aus Schwaben und Altbayern	Bayer. Fernsehen und BR Alpha
Münsterer J., IPZ 5a	26.08.2008	Bewässerung im Hopfenbau		IN TV

## 8.3 Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen

### 8.3.1 Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare

Veranstaltet durch	Datum /Ort	Thema	Teilnehmer(kreis)
Münsterer, J.	22.01.2008 Wolnzach	Workshop Hordentrocknung	18 Hopfenpflanzer
Münsterer, J.	24.01.2008 Wolnzach	Workshop Bandrocknung	12 Hopfenpflanzer
Münsterer, J.	20.11.2008 Wolnzach	Seminar Grundlagen Hopfentrocknung	30 Hopfenpflanzer
Münsterer, J.	02.12.2008 Wolnzach	Workshop Hopfentrocknung	14 Hopfenpflanzer
Münsterer, J.	10.12.2008 Wolnzach	Aufbauseminar Hopfentrocknung	28 Hopfenpflanzer
Münsterer, J.	11.12.2008 Wolnzach	Workshop Bandrocknung	12 Hopfenpflanzer
Münsterer, J.	17.12.2008 Wolnzach	Workshop Bewässerung	7 Hopfenpflanzer
Portner, J., Schätzl, J.	29.01.2008 Mühlhausen/Lutzmannsdorf	Neuerungen in der Pflücktechnik	50 Hopfenpflanzer
Portner, J.	28.02.2008 Hüll	Besprechung „Grünes Heft“	Kollegen aus Hopfenforschungseinrichtung in D
Portner, J., Fuß, S..	09.04.2008 Rohrbach	Technikvorführung zur Gießbehandlung	40 Hopfenpflanzer und Gäste
Portner, J.	01.08. – 02.08.2008 Tettngang	Hopfen-Kolloquium	Kollegen der Beratungs- und Forschungseinrichtungen der dt. Hopfenanbaugebiete
Portner, J.	22.10.2008 Wolnzach	Info-Tag zur Hopfenbewässerung - Fachvorträge und Technikausstellung	250 Hopfenpflanzer und Gäste

### 8.3.2 Vorträge

(AG = Arbeitsgruppe)

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum /Ort
IPZ 5	Engelhard, B. Seigner, E. Lutz, A.	Rohstoff Hopfen – Forschung und Hopfenwirtschaft für die Zukunft gerüstet	VLB-Berlin 120 Teilnehmer	25.04.2008, Dresden
IPZ 5	Engelhard, B.	Aktueller Pflanzenschutz und Hüller Zuchtsorten	ALF Roth 60 Teilnehmer	18.07.2008, Spalt
IPZ 5a	Fuß, S.	Sensorgesteuerte Einzelpflanzenbehandlung	Beiselen GmbH, 15 TN von Landhandelsfirmen	31.01.2008, Mainburg
IPZ 5a	Fuß, S.	Sensorgesteuerte Einzelpflanzenbehandlung	BayWa / 20 Mitarbeiter	07.02.2008, Mainburg
IPZ 5a	Fuß, S.	Sensorgesteuerte Einzelpflanzenbehandlung	LfL u. ALF / 610 Hopfenpflanzer	12.-21.02.2008 9 Orte
IPZ 5a	Fuß, S.	Aktuelles zum Pflanzenschutz	Hopfenring und LfL / 30 Hopfenpflanzer	07.07.2008, Uttenhofen
IPZ 5a	Fuß, S.	Aktuelles zum Pflanzenschutz	Hopfenring und LfL / 10 Hopfenpflanzer	07.07.2008, Hersbruck
IPZ 5a	Fuß, S.	6 – 7 m Anlagenversuch	LfL u. ALF/ 50 Hopfenpflanzer	29.09.2008, Attenhofen
IPZ 5a	Münsterer, J.	Neueste Erkenntnisse bei d. Hopfentrocknung und Konditionierung	Hopfenbaugenossenschaft Österreich / 50 TN	12.-21.02.2008 9 Orte
IPZ 5a	Münsterer, J.	Energieeinsparung bei der Hopfentrocknung	Hopfenbaugenossenschaft Österreich / 50 TN	28.02.2008, Leutschach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Auswertung Hopfenschlagkartei	Hopfenring und LfL / 60 Hopfenpflanzer	05.03.2008, Niederlauterbach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Auswertung Hopfenschlagkartei	Hopfenring und LfL / 25 Hopfenpflanzer	10.03.2008, Wolnzach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Aktuelle Fragen zum Hopfenbau	Ringgruppe Eschelbach / 18 TN	02.04.2008, Eschelbach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Neueste Erkenntnisse bei der Hopfentrocknung und Konditionierung	Hopfenpflanzerstammtisch Wolnzach / 14 TN	04.07.2008, Wolnzach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Energieeinsparung bei der Hopfentrocknung	Ringgruppe Koppenwall / 22 TN	06.08.2008, Koppenwall
IPZ 5a	Münsterer, J.	Alternative Energiequellen bei der Hopfentrocknung	Hopfenring, ISO-Betriebe / 60 Hopfenpflanzer	01.12.2008, Aiglsbach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Bodenhilfsstoffe, Pflanzenstärkungsmittel im Hopfenbau	Ring junger Hopfenpflanzer / 122 TN	15.01.2008 Niederlauterbach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Bodenhilfsstoffe, Pflanzenstärkungsmittel im Hopfenbau	Hopfenring / 42 TN	15.02.2008 Hiendorf

**Fortsetzung Pkt. 8.3.2 - Vorträge**

<b>AG</b>	<b>Name</b>	<b>Thema/Titel</b>	<b>Veranstalter/ Besucher</b>	<b>Datum /Ort</b>
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Boden: Hopfenfähigkeit und Nährstoffversorgung	Hopfenring / 48 ISO-Betriebe	09.04.2008 Biburg
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Aktueller Pflanzenschutz im Hopfen 2008	IGN / 27 TN	21.05.2008 Niederlauterbach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Optimale Kalkversorgung von Hopfenflächen	Ring junger Hopfenpflanzler / 70 TN	18.11.2008 Niederlauterbach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Hopfen: Düngung mit Haupt- und Spurennährstoffen	Hopfenpflanzerverband Elbe-Saale / 55 TN	27.11.2008 Grimma
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles und Änderungen in der Hopfenberatung	Beiselen GmbH / 15 TN von Landhandelsfirmen	31.01.2008, Mainburg
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles und Änderungen in der Hopfenberatung	BayWa / 20 Mitarbeiter	07.02.2008, Mainburg
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles und Änderungen in der Hopfenberatung	LfL u. ALF / 610 Hopfenpflanzler	12.-21.02.2008 9 Orte
IPZ 5a	Portner, J.	Erprobung der Sensortechnik im Hopfenbau	JKI Braunschweig / 20 Fachreferenten	11.03.2008, Geisenheim
IPZ 5a	Portner, J.	Pflanzenschutz im Hopfen 2008 aus der Sicht der Beratung	ALF Landshut / 15 Hopfenpflanzler (Arbeitskreis)	17.03.2008, Haunsbach
IPZ 5a	Portner, J.	Einsatz der Sensortechnik bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln	GfH – TWA / 20 Ausschussmitglieder	02.04.2008, Wolnzach
IPZ 5a	Portner, J.	Kosteneffizienz und Wettbewerbsfähigkeit im Hopfenanbau	BMELV / 120 internat. Gäste	05.05.2008, Wolnzach
IPZ 5a	Portner, J.	Aufgaben und Pflichten der Verbundberatung	Hopfenring u. LfL / 15 Ringbetreuer	15.05.2008, Wolnzach
IPZ 5a	Portner, J.	Verfahrenstechnik des Hopfenbaus	FH Weihenstephan / 8 Studenten	10.06.2008, Weihenstephan
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles zum Pflanzenschutz	Hopfenring und LfL / 30 Hopfenpflanzler	01.07.2008, Koppenwall
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelle Pflanzenschutzsituation	Hopfenring und LfL / 25 Hopfenpflanzler	02.07.2008, Forchheim
IPZ 5a	Portner, J.	Tröpfchenbewässerung im Hopfen	Hopfenring / 60 ISO-Betriebe	21.07.2008, Ilmendorf
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelle Situation und Erntezeitpunkt	Hopfenring / 180 TN	18.08.2008, Grubwinn
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelle Situation und Erntezeitpunkt	Hopfenring / 40 TN	19.08.2008, Lutzmannsdorf
IPZ 5a	Portner, J.	Bewässerung von Hopfen	IGN / 80 TN	21.08.2008, Kolmhof
IPZ 5a	Portner, J.	Fachkritik Hopfen 2008	Stadt Moosburg / 150 Gäste	18.09.2008, Moosburg

**Fortsetzung Pkt. 8.3.2 - Vorträge**

<b>AG</b>	<b>Name</b>	<b>Thema/Titel</b>	<b>Veranstalter/ Besucher</b>	<b>Datum /Ort</b>
IPZ 5a	Portner, J.	Ringbetreuerschulung – Jahresrückblick 2008	Hopfenring / 10 Ringbetreuer	12.12.2008 Wolnzach
IPZ 5a	Schätzl, J.	Rückblick PS-Situation – Ausblick für 2008, Peronosporawarndienst	LfL und HR / 28 Hopfenpflanzer	10.03.2008 Wolnzach
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aktuelles zur Düngung und Pflanzenschutz, Bodenschädlinge	Hopfenring u. LfL/ 15 Ringbetreuer	15.05.2008 Wolnzach
IPZ 5a	Schätzl, J.	Versuchsergebnisse zur Wildhopfenbekämpfung u. Anwendung in der Praxis	Hopfenpflanzerverband Spalt /7 TN Fachwarte u. Gäste	20.05.2008 Spalt
IPZ 5a	Schätzl, J.	Prognoseschulung, Aktuelles zum Pflanzenschutz	LfL u. ALF Roth / 65 Hopfenpflanzer	27.05.2008 Spalt
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aktuelles zum Pflanzenschutz, Besonderheiten bei der Blattlausbekämpfung	LfL u. HR / 15 Ringbetreuer	27.05.2008 Hüll
IPZ 5a	Schätzl, J.	Schädlings- und Krankheitsbekämpfung 2008	LfL u. HR / 16 Ringbetreuer	10.06.2008 Hüll
IPZ 5a	Schätzl, J.	Warndienst, Krankheiten und Schädlinge, aktuelle Bekämpfungsstrategien	LfL u. HR / 15 Ringbetreuer	24.06.2008 Hüll
IPZ 5a	Schätzl, J.	Wachstumsstörungen, Bodenverbesserung, Erosionsschutzmaßnahmen	Hopfenring und LfL / 17 Ringbetreuer	08.07.2008 Hüll, Birnfeld
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aktuelles zum Pflanzenschutz, Welke-Problemik und Vorbeugemaßnahmen	Hopfenring und LfL / 16 Ringbetreuer	22.07.2008 Hüll, Rohrbach
IPZ 5b	Engelhard, B. Portner, J. Fuß, S. Münsterer, J.	Neue Strategien zur Blattlausbekämpfung und Gesamtüberblick über verfügbare Pflanzenschutzmittel 2008	BayWa 25 Teilnehmer	07.01.2008, Mainburg
IPZ 5b	Engelhard, B. Portner, J. Fuß, S. Münsterer, J.	Neue Strategien zur Blattlausbekämpfung und Gesamtüberblick über verfügbare Pflanzenschutzmittel 2008	Landhandel 15 Teilnehmer	31.01.2008, Mainburg
IPZ 5b	Engelhard, B. Portner, J. Fuß, S. Münsterer, J.	Neue Strategien zur Blattlausbekämpfung und Gesamtüberblick über verfügbare Pflanzenschutzmittel 2008	9 Orte – Hallertau, Hersbruck und Spalt	12. - 21.02.2008,
IPZ 5b	Engelhard, B.	Stehen in Zukunft noch ausreichend zugelassene Pflanzenschutzmittel im Hopfen zur Verfügung?	IHPS, Žalec 90 Teilnehmer	05.03.2008, Portoroz, Slowenien
IPZ 5b	Engelhard, B.	Mit Drittmittel finanzierte Forschungsprojekte in der AG IPZ 5b	GfH, TWA 38 Teilnehmer	02.04.2008, Wolnzach
IPZ 5b	Engelhard, B. Schlagenhauser, S.	Entwicklung eines innovativen Prognosemodells zur Bekämpfung des Echten Mehltau im Hopfen	BLE 75 Teilnehmer	16.04.2008, Bonn
IPZ 5b	Engelhard, B. Weihrach, F. Schwarz, J. Lachermeier, U.	Erarbeitung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen den Liebstöckelrüssler im Hopfenbau	JKI 20 Teilnehmer	17.04.2008, Braunschweig



Fortsetzung Pkt. 8.3.2 - Vorträge

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum /Ort
IPZ 5b	Engelhard, B.	Kann die gewohnte Hopfenqualität mit den zukünftigen Pflanzenschutzbestimmungen noch aufrecht erhalten werden?	IGN 70 Teilnehmer	21.08.2008, Niederlauterbach
IPZ 5b	Engelhard, B.	Pflanzenschutzmittelsituation im deutschen Hopfenbau – Vorschau auf die Saison 2009	VdH 40 Teilnehmer	26.08.2008, Wolnzach
IPZ 5b	Engelhard, B. Schlagenhauser, S.	Epidemieverlauf von Echten Mehltau am Hopfen – ein Vergleich von Einzelpestelbeobachtungen mit Bonituren nach EPPO-Richtlinien	DPST ca. 100 Zuhörer	23.09.2008, Kiel
IPZ 5b	Engelhard, B. Weihrauch, F. Schwarz, J.	Einsatz von Quassia zur Blattlausbekämpfung im Hopfen	DPST ca. 100 Zuhörer	23.09.2008, Kiel
IPZ 5b	Engelhard, B. Weihrauch, F. Schwarz, J. Lachermeier, U.	Einsatz entomopathogener Nematoden (EPN) zur biologischen Bekämpfung des Luzernerüsslers <i>Otiorynchus ligustici</i> im Hopfenbau	FA Geisenheim 35 Teilnehmer	27.11.2008 Geisenheim
IPZ 5b	Schlagenhauser, S.	Forschungsprojekt „Mehltauprognose“ – aktueller Stand	BAYER AG 15 Teilnehmer	27.08.2008, Bad Gögging
IPZ 5b	Schwarz, J.	Entomopathogene Pilze und andere Alternativen zur Bekämpfung der Hopfenblattlaus im Bio-Hopfenbau	Bioland 25 Teilnehmer	13.02.2008, Plankstetten
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Versuchsergebnisse im Ökologischen Hopfenbau 2007	Bioland 25 Teilnehmer	13.02.2008, Plankstetten
IPZ 5b	Weihrauch, F. Engelhard, B. Schwarz, J.	Quassia, an effective aphid control agent for organic hop growing.	2. ISOFAR Scientific Conference im Rahmen des 16 <sup>th</sup> IFOAM Organic World Congress, ca. 120 Zuhörer	19.06.2008, Modena (Italien)
IPZ 5b	Weihrauch, F. Baumgartner, A. Felsl, M. Lutz, A.	Aphid tolerance of different hop genotypes: first attempts to develop a simple biotest for hop breeding by the use of <i>Phorodon humuli</i> .	2 <sup>nd</sup> ISHS International Humulus Symposium, ca. 60 Teilnehmer	03.09.2008 Gent (Belgien)
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Wo sind die Blattläuse 2008 geblieben? Vorstellung eines laufenden Forschungsprojekts zur Blattlausbekämpfung	Hopfenbaustammtisch des Hopfenrings Hallertau e.V., ca. 35 Teilnehmer	15.12.2008 Oberlauterbach
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Wo sind die Blattläuse 2008 geblieben? Vorstellung eines laufenden Forschungsprojekts zur Blattlausbekämpfung	Hopfenbaustammtisch des Hopfenrings Hallertau e.V., ca. 20 Teilnehmer	16.12.2008 Mitterstetten
IPZ 5c	Seigner, E.	Gentransfer bei Hopfen	Prof. Hückelhoven, WZW; IPZ-L und IPZ-Kollegen	14.01.2008, Freising
IPZ 5c	Seigner, E.	Züchtungsziele bei Hopfen bis 2020	Techn.-Wissenschaftl. Ausschuss der GfH, 38 Teilnehmer	02.04.2008, Wolnzach

Fortsetzung Pkt. 8.3.2 - Vorträge

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum /Ort
IPZ 5c	Seigner, E.	Continuation of the current EHRC-project	EHRC, 8 TN	03.04.2008, Hüll
IPZ 5c	Seigner, E.	Züchtung neuer, innovativer Sorten für die Zukunft	Intern. Hopfensymposium, ca. 80 TN	05.05. - 06.05.2008, Wolnzach
IPZ 5c	Seigner, E.	Mehltauisolate und Resistenzprüfsysteme für die Mehлтаuresistenzzüchtung bei Hopfen	Mitgliederversamml. Wissenschaftl. Station für Brauerei in München e.V., ca. 50 TN	17.06.08, München
IPZ 5c	Seigner, E.	Laufende Forschungsarbeiten der AG Züchtungsforschung Hopfen	Hopfenkolloquium Spalt	05.08.2008, Georgens- gmünd
IPZ 5c	Seigner, E.	Research Activities at the Hop Research Center Hüll – Hop Breeding Tools	Besuch Carlsberg Breweries, 8 TN	12.08.2008, Freising
IPZ 5c	Seigner, E.	Breeding of Hop Varieties for the Future	2 <sup>nd</sup> ISHS International Humulus Symposium, ca. 60 Teilnehmer	02.09.2008, Gent, Belgien
IPZ 5c	Seefelder, S.	Genotypisierung von <i>Verticillium</i> -Pathotypen aus der Hallertau – Grundlegende Erkenntnisse zur Risikoeinschätzung von <i>Verticillium</i> -Infektionen	Vorstand und Aufsichtsrat der HVG	22.01.2008, Wolnzach
IPZ 5c	Seefelder, S.	Molekulare Selektionsmarker für Mehлтаuresistenz	Techn.-Wissenschaftl. Ausschuss der GfH, 38 Teilnehmer	02.04.2008, Wolnzach
IPZ 5c	Seefelder, S.	Entwicklung von molekularen Markern für Mehлтаuresistenz beim Hopfen zur Unterstützung der Resistenzzüchtung	European Hop Research Council, 4 TN	24.09.2008, Hüll
IPZ 5c	Seidenberger, R.	Development of molecular markers linked to powdery mildew resistance genes in hop to support breeding for resistance	EHRC, 8 TN	03.04.2008, Hüll
IPZ 5c	Oberhollenzer, K.	Hop –Powdery Mildew Pathosystem – newly started microscopical investigations and future plans	Doktoranden-Seminar, Lehrstuhl für Phytopathologie, WZW	28.07.2008, Freising
IPZ 5c	Lutz, A.	Züchtung von resistentem Zwerghopfen mit besonderer Eignung für den Anbau auf Niedrigerüstanlagen	BLE 75 Teilnehmer	16.04.2008 Bonn
IPZ 5c	Lutz, A.	Hopfenqualität – Doldenbonitur	Alt-Weihenstephaner Brauerbund, ca. 25 TN	05.11.2008, Freising
IPZ 5c	Lutz, A.	Hopfensorten	Schüler der Lanwirtschule PAF, 7 TN	12.11.2008, Pfaffenhofen
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Die antimikrobiellen und bakteriostatischen Eigenschaften der Hopfenbitterstoffe	Intern. Hopfensymposium, ca. 80 TN	06.05.2008, Wolnzach
IPZ 5d	Kammhuber, K.	The hop ingredients and their importance for brewing and for health	Daiichi-Sankyo, Pfaffenhofen, 7 TN	27.08.2008, Hüll

### 8.3.3 Führungen

(AG = Arbeitsgruppen; TZ = Teilnehmerzahl)

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5	Engelhard, B.	16.01.2008	Aktuelle Hopfenforschung	Hopfen-Austragler	ca. 35
IPZ 5	Engelhard, B.	28.03.2008	Hopfenforschung	US-Hopfenpflanzer	2
IPZ 5	Engelhard, B. Seigner, E. Kammhuber, K.	31.03.2008	Züchtung, Pflanzenschutz	Führungskräfte Anheuser-Busch	4
IPZ 5	Engelhard, B.	03.04.2008	Hopfenzüchtung	SAB-Südafrika	2
IPZ 5	Engelhard, B. Portner, J. Münsterer, J. Fuß, S. Niedermeier, E.,	05.05.2008	Technische Innovationen in der Hopfenproduktion	BMELV/BLE Hopfensymposium	ca. 80
IPZ 5	Engelhard, B.	08.05.2008	Hopfenforschung	Euro motorhome e.V., Druckhaus Kastner	55
IPZ 5	Engelhard, B.	09.05.2008	Hopfenforschung	Rohstoffexperten von AmBev Brasilien/HVG	3
IPZ 5	Engelhard, B.	10.05.2008	Hopfenforschung	Geologie Studenten Uni Augsburg, Prof. Wicorec; Pfaffenhofener Schäffler	70
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K. Weihrauch, F.,	20.05.2008	Hopfenforschung	Rohstoffexperten SAB-Miller/HVG	4
IPZ 5	Engelhard, B.	26.05.2008	Hopfenforschung	BRK Wasserburg	45
IPZ 5	Engelhard, B.	29.05.2008	Hopfenforschung	OGV Wolnzach und Gebrontshausen	35
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K. Weihrauch, F.,	12.06.2008	Hopfenforschung, AHA	NATECO2	5
IPZ 5	Engelhard, B.,	12.06.2008	Hopfenforschung, Hopfenbau	Kaufmanns Casino München	25
IPZ 5	Engelhard, B., Lutz, A.	13.06.2008	Aktuelle Hopfenforschung	Berufsschüler PAF	12
IPZ 5	Engelhard, B.	13.06.2008	Hopfenbau, Hopfenforschung	Erwerbsobstbauern LKR RT	50
IPZ 5	Engelhard, B. Seigner, E. Lutz, A.	16.06.2008	Hopfenforschung	AG der GPZ und Phyt. Gesellschaft	ca. 45
IPZ 5	Engelhard, B. Portner, J.	08.07.2008	Schulung	BAYWA	20
IPZ 5	Engelhard, B. Seigner, E. Kammhuber, K.	10.07.2008	Hopfenforschung	ITZ Grub	25
IPZ 5	Engelhard, B. Seigner, E.	15.07.2008	Hopfenforschung	Brauer Studenten TUM	40
IPZ 5	Engelhard, B. Weihrauch, F.	21.07.2008	Hopfenforschung	Mitarbeiter Firma Steiner	3

**Fortsetzung Pkt. 8.3.3 - Führungen**

<b>AG</b>	<b>Name</b>	<b>Datum</b>	<b>Thema/Titel</b>	<b>Gastinstitution</b>	<b>TZ</b>
IPZ 5	Engelhard, B. Weihrauch, F.	24.07.2008	Hopfenforschung	Mitarbeiter BLE	2
IPZ 5	Engelhard, B. Seigner, E. Kammhuber, K. Weihrauch, F.	28.07.2008	Hopfenforschung	Lehrstuhl Pflanzenzüchtung der TUM	15
IPZ 5	Engelhard, B. Schwarz, J.	14.08.2008	Versuchsbesichtigungen	Spiess-Urania	7
IPZ 5	Engelhard, B.	18.08.2008	Hopfenforschung	Frau Dr. Schuster, MdB	3
IPZ 5	Engelhard, B.	20.08.2008	Pflanzenschutz Hopfen	Kollegen aus Polen	5
IPZ 5	Engelhard, B. Weihrauch, F. Münsterer, J.	26.08.2008	Akt. Forschungsprojekte	Hopfenrundfahrt	ca. 150
IPZ 5	Engelhard, B. Seigner, E. Kammhuber, K.	27.08.2008	Hopfensorten und deren Inhaltsstoffe	DAIICI-SANKYO	6
IPZ 5	Seigner, E. Kammhuber, K.	28.08.2008	Hop Research at Hüll	Kirin, Mitsubishi	6
IPZ 5	Engelhard, B.	29.08.2008	Aufgaben des Hopfenforschungszentrums	Hallertauer Hopfenwochen	40
IPZ 5	Engelhard, B. Lutz, A.	02.09.2008	Hopfenforschung	Anheuser-Busch mit englischen Journalisten	22
IPZ 5	Engelhard, B.	04.09.2008	Erntetechnik	Craft-Brewer aus USA	5
IPZ 5	Engelhard, B. Lutz, A. Kammhuber, K.	18.09.2008	Hopfenforschung	Brauer Berufsschule 3. Kl. München	30
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K.	18.09.2008	Hopfenforschung	Kollegen/innen ALF IN	40
IPZ 5	Dr. Doleschel, P. Seigner, E. Kammhuber, K. Weihrauch, F.	25.09.2008	Hopfenforschung	Französische Brauer, Deutsche Botschaft in Paris	30
IPZ 5	Dr. Doleschel, P. Engelhard, B.	08.10.2008	Hopfenforschung	Landrat Schäch, Lkr. PAF Bgm. Machold, Wolnzach	2
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K.	13.11.2008	Hopfenforschung in Bayern	Indische Delegation über BMELV	7
IPZ 5a	Portner, J.	09.01.2008	Haus des Hopfens	Landfrauen Ldkr. Landshut	20
IPZ 5a	Münsterer, J.	05.05.2008	Trocknung und Konditionierung im vollautomatischem Gesamtsystem	Internationales Hopfensymposium	90
IPZ 5a	Fuß, S.	06.05.2008	Sensorgesteuerte Einzelpflanzenbehandlung	Internationales Hopfensymposium	90
IPZ 5a	Niedermeier, E.	06.05.2008	Akh-Bedarf verschiedener Anleitmethoden	Internationales Hopfensymposium	90
IPZ 5a	Münsterer, J.	15.05.2008	Bau und Anordnung von Konditionierungsanlagen	Ringbetreuer	15

**Fortsetzung Pkt. 8.3.3 - Führungen**

<b>AG</b>	<b>Name</b>	<b>Datum</b>	<b>Thema/Titel</b>	<b>Gastinstitution</b>	<b>TZ</b>
IPZ 5a	Portner, J.	03.06.2008	Haus des Hopfens	Studenten, FH Weihenstephan, Abt. Triesdorf	20
IPZ 5a	Schätzl, J.	02.07.2008	Aktueller Pflanzenschutz und Bestandskontrollen in Osseltshausen	Hopfenpflanzer Lkr. FS und PAF	44
IPZ 5a	Münsterer, J.	04.07.2008	Aktuelle Pflanzenbauhinweise	Ringgruppen Kelheim	35
IPZ 5a	Niedermeier, E.	08.07.2008	Aktueller Pflanzenschutz und Bestandskontrollen	Hopfenpflanzer der Ringgruppe Haunsbach	36
IPZ 5a	Schätzl, J.	09.07.2008	Aktueller Pflanzenschutz und Bestandskontrollen in Gebrontshausen	Hopfenpflanzer Lkr. PAF	36
IPZ 5c	Seigner, E.	11.07.2008	Biotechnologische Arbeiten des IPZ	Betriebsausflug des StMLF, frühere Abteil. B	70
IPZ 5a	Niedermeier, E.	31.07.2008	Aktueller Pflanzenschutz und Bestandskontrollen in Rottenegg	Hopfenpflanzer Gemeindegebiet Geisenfeld	52
IPZ 5a	Niedermeier, E.	06.08.2008	Aktueller Pflanzenschutz und Bestandskontrollen	Hopfenpflanzer Wolnzach	16
IPZ 5a	Portner, J. Niedermeier, E.	07.08.2008	Versuchsrundfahrt	VIF Kelheim	60
IPZ 5a	Münsterer, J.	08.08.2008	Vollautomatische Trocknung und Konditionierung	Hopfenpflanzer Tettngang	82
IPZ 5a	Portner, J.	11.08.2008	Versuchsrundfahrt	Hopfenpflanzer Ldkr. Freising	20
IPZ 5a	Portner, J. Niedermeier, E.	12.08.2008	Versuchsrundfahrt	VIF Landshut	25
IPZ 5a	Portner, J. Niedermeier, E.	12.08.2008	Versuchsrundfahrt	Ring junger Hopfenpflanzer	80
IPZ 5a	Schätzl, J.	13.08.2008	Aktuelle Situation zum Pflanzenschutz	Hopfenpflanzer der RG Abens	18
IPZ 5a	Schätzl, J.	21.08.2008	Hopfenbegehung, Abschlussbehandlungen im PS u. Erntezeitpunkt	AIF Roth / Hopfenpflanzer und Gäste von Hersbruck	40
IPZ 5a	Niedermeier, E.	26.08.2008	Hopfenrundfahrt (Bewässerung, Blattlausprojekt)	Gäste des Hopfenpflanzerverbands Hallertau	48
IPZ 5b	Wehrauch, F.	18.02.2008	Hopfenforschung	Führungskr. Anheuser-Busch	4
IPZ 5b	Wehrauch, F.	23.07.2008	Öko-Hopfenbau	Dr. S. Kühne/JKI, Hopfenforschungskollegen Zatec/CZ	3
IPZ 5b	Wehrauch, F.	22.08.2008	Öko-Hopfenbau	G. Brits/SAB Miller	1
IPZ 5c	Lutz, A.	29.07.2008	Hopfenzüchtung und Hopfensorten	Schüler/Referendare der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen	13

### Fortsetzung Pkt. 8.3.3 - Führungen

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5c	Lutz, A.	30.07.2008	Hopfengarten in Rohrbach	Ringgruppe des Hopfenrings	50
IPZ 5c	Lutz, A.	08.09.2008	Hopfenforschungszentrum Hüll	Heineken/ Rohstoffexpertin für Italien	1
IPZ 5c	Lutz, A.	22.09.2008	Hopfenforschungszentrum Hüll	US-Brauexperten mit Dr. Buholzer	3
IPZ 5c	Lutz, A.	15.12.2008	Biogeneseversuche bei Hopfen 2008	Hopsteiner	2
IPZ 5c	Lutz, A.	15.12.2008	Biogeneseversuche bei Hopfen 2008	HVG	2
IPZ 5c	Lutz, A.	15.12.2008	Biogeneseversuche bei Hopfen 2008	Hopfenpflanzerverband	4
IPZ 5c	Lutz, A.	16.12.2008	Biogeneseversuche bei Hopfen 2008	Barth	4
IPZ 5c	Lutz, A.	17.12.2008	Biogeneseversuche bei Hopfen 2008	HVG Aufsichtsrat	6
IPZ 5c	Lutz, A.	17.12.2008	Biogeneseversuche bei Hopfen 2008	Neutrale Qualitätskontrolle	2

### 8.3.4 Ausstellungen und Poster

(AG = Arbeitsgruppe)

Name der Ausstellung	Ausstellungsobjekte/-projekte bzw. Themen /Poster	Veranstalter	Ausstellungsdauer	AG
Internationales Hopfensymposium	Hopfenanbau 2020 - Poster zur Trocknung und Konditionierung von Hopfen	BMELV	05.-06.05.2008	IPZ 5a
LfL-Jahrestagung	Poster zur Hopfentrocknung: Integriertes Energiesparkonzept im vollautomatischen Gesamtsystem	LfL	04.11.2008	IPZ 5a
Internationales Hopfenbausymposium	Erarbeitung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen den Luzernerössler im Hopfenbau	BMELV / BLE	05.-06.05.08	IPZ 5b
Internationales Hopfenbausymposium	Entwicklung eines innovativen Prognosemodells zur Bekämpfung des Echten Mehltaus im Hopfen	BMELV / BLE	05.-06.05.08	IPZ 5b
Internationales Hopfenbausymposium	Züchtung von Zwerghopfen für den Anbau in Niedrigerüstanlagen	BMELV / BLE	05.-06.05.08	IPZ 5c
LfL-Jahrestagung	Die Inhaltsstoffe des Hopfens	LfL	04.11.08	IPZ 5d

### 8.4 Aus- und Fortbildung

Name, Arbeitsgruppe	Thema	Teilnehmer
Münsterer J., IPZ 5a	Tröpfchenbewässerung im Hopfenbau	10 Auszubildende der Landwirtschaft (Hopfenbau)

<b>Name, Arbeitsgruppe</b>	<b>Thema</b>	<b>Teilnehmer</b>
Portner, J., IPZ 5a	Trocknung und Konditionierung von Hopfen	Studierende des 3. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Peronospora	Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Niedrigerüstanlage	Studierende des 3. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Botrytis u. Echter Mehltau	Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Sonst. Krankheiten	Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Hopfenblattlaus	Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Gemeine Spinnmilbe	Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz; Zulassungssituation	Studierende des 1. 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	Organisation und Aufgaben der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik	10 Auszubildende der Landwirtschaft (Hopfenbau)
Portner, J., IPZ 5a	Anbau, Düngung, Pflanzenschutz und Vermarktung von Hopfen (4 Abende)	29 BiLa- Teilnehmer
Schätzl, J., IPZ 5a	Krankheiten und Schädlinge, aktueller Pflanzenschutz, Warndienst	Studierende des 2. Sem. der LS Pfaffenhofen
Schätzl, J., IPZ 5a	Hopfenbauthema für Prüflinge vom Lkr. PAF und FS	Auszubildende (Schwerpunkt Hopfenbau)
Schätzl, J., IPZ 5a	Hopfenbauthema für Prüflinge in Attenhofen	Prüflinge von Lkr. KEH und PAF
Dr. Seefelder, S. IPZ 5c	Genomanalyse Pflanzen	BL-Ausbildung, Carolyn Püschel
E. Seigner, IPZ 5c	Hopfenforschung in Hüll	gehobener Dienst, Referendare, 4 Personen
E. Seigner, IPZ 5c	Hopfenforschung	Praktikant, 14.07.-18.07.08

## 8.5 Diplomarbeiten

<b>AG</b>	<b>Name</b>	<b>Thema/Titel Diplomarbeit</b>	<b>Zeit- raum</b>	<b>Betreuer an der LFL, Zusammen- arbeit</b>
IPZ 5a	Hartmair, Albert	Entwicklung und Erprobung von Sensortechnik für den Pflanzenschutz im Hopfenbau	März 07 – Febr. 08	J. Portner, FH Weihenstephan, Abt. Triesdorf , Prof. Dr. U. Groß

## 8.6 Mitarbeit in Arbeitsgruppen, Mitgliedschaften

Name	Mitgliedschaften
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> </ul>
Portner, J.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied des Meisterprüfungsausschusses für den Ausbildungsberuf Landwirt im Regierungsbezirk Niederbayern</li> </ul>
Engelhard, B.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorsitzender der Wissenschaftl. Kommission im Internationalen Hopfenbaubüro</li> <li>• Mitglied der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft</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>
Seefelder, S.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied der Gesellschaft für Hopfenforschung e. V.</li> <li>• Mitglied der Gesellschaft für Pflanzenzüchtung e. V.</li> <li>• Mitglied der KG-Öffentlichkeitsarbeit der LfL</li> </ul>
Seigner, E.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sekretärin der Wissenschaftl. Kommission des Internationalen Hopfenbaubüros</li> <li>• Mitglied des Editorial Board von „Hop Bulletin“, Institute of Hop Research and Brewing, Zalec, Slovenia</li> <li>• Mitglied der Gesellschaft für Pflanzenzüchtung e. V.</li> </ul>
Weihrauch, F.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied der Arbeitsgemeinschaft Bayerischer Entomologen e.V.</li> <li>• Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e. V.</li> <li>• Vorstand der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen e. V.</li> <li>• Mitglied der Gesellschaft für Tropenökologie e. V.</li> <li>• Mitglied der Münchner Entomologischen Gesellschaft e.V.</li> <li>• Mitglied der Schutzgemeinschaft Libellen in Baden-Württemberg e.V.</li> <li>• Mitglied der Worldwide Dragonfly Association</li> <li>• Mitglied der Rote-Liste-Arbeitsgruppen der Heuschrecken und Libellen Bayerns des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz</li> <li>• Herausgeber der Zeitschrift "Libellula"</li> </ul>

## 8.7 Ehrungen und Auszeichnungen

### 8.7.1 Auszeichnungen

Silvia Weihrauch, IPZ 5d, 25-jähriges Dienstjubiläum, 02.12.2008

## 9 Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben

AG Projektleiter	Projekt	Laufzeit	Kostenträger	Kooperation
IPZ 5a J. Portner	Automatische Erntemengenerfassung und Ertragskartierung bei Hopfen	2008-2009	<a href="#">Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG</a>	Rottmeier, Erding; geo-konzept, Adelschlag A. Widmann, Hüll
IPZ 5a 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 Hopfenpflanzer; Fa. Mitterer, Terlan (I)



**Fortsetzung Pkt. 9 - Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben**

<b>AG Projektleiter</b>	<b>Projekt</b>	<b>Laufzeit</b>	<b>Kostenträger</b>	<b>Kooperation</b>
IPZ 5a J. Portner	Entwicklung eines Gerätes zur vollautomatischen Drahtaufhängung im Hopfenanbau	2008-2010	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung ( <a href="#">BLE</a> )	ILT, Freising; Soller GmbH, Geisenfeld
IPZ 5b 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;
IPZ 5b/IPZ 5c B. Engelhard	Entwicklung eines Testsystems zur Prüfung der Blattlausresistenz an Hopfensämlingen im Rahmen der Hopfenzüchtung	2005-2008	<a href="#">Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG</a> <a href="#">Anheuser-Busch</a> <a href="#">GfH</a> (Gesellschaft für Hopfenforschung);	
IPZ 5c Dr. Seigner A. Lutz	Züchtung von resistenten Hopfen mit besonderer Eignung für den Anbau in Niedrigergerüstanlagen	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>
IPZ 5c Dr. Seigner A. Lutz S. Seefelder	Mehltauisolate und Blatt-Resistenztest im Labor als Basis für die Mehltairesistenz-züchtung bei Hopfen	2006-2010	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.	<a href="#">Epilogic</a>
IPZ 5c Dr. Seefelder Dr. Seigner	Development of molecular markers linked to powdery mildew resistance genes in hops	2004-2009	Europ. Hop Research Council (EHRC)	<a href="#">Epilogic</a>
IPZ 5c Dr. Seefelder Dr. 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>
IPZ 5c Dr. 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; <a href="#">Epilogic</a>

## 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; 2008: Spritzbelagsmessungen bei unterschiedl. Gebläsetypen	Dauer-aufgabe	IHPS (Slowenien)
5a	Versuche zur Bewässerungssteuerung im Hopfenanbau	2005-2011	Dr. Rötzer; Fa. Mosler
5a	Blattdüngung mit Nutri-Phite Magnum S	2006-2008	
5a	Kalifizierungsversuch	2006-2009	
5a	Ermittlung des opt. Erntezeitpunkts bei der Sorte Herkules	2006-2009	
5a	Optimierung der Trocknungsleistung und Möglichkeiten der Energieeinsparung bei der Hopfentrocknung	2006-2009	Fa. ATEF
5a	Standraum- und Aufleitversuch bei der Sorte Herkules	2006-2009	
5a	Fungizidbehandlungen mit und ohne Strobilurine	2007-2009	
5a	Stickstoffsteigerungsversuch mit Flächen- und Banddüngung	2007-2011	
5a	Entwicklung eines Gerätes zur vollautomatischen Drahtaufhängung im Hopfenanbau	2008-2009	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
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

**Fortsetzung Pkt. 10 - Forschungsschwerpunkte**

<b>AG</b>	<b>Projekt</b>	<b>Laufzeit</b>	<b>Kooperation</b>
5b	Phytoprotektive Maßnahmen zur Neuanlage von Hopfengärten auf alte Hopfenflächen – 15 Versuchsvarianten	2008	1 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 F, CZ, SLO, GB, PL
5b	Versuche zur Reduzierung des Kupfereinsatzes zur Bekämpfung der Peronospora	2006-	Spiess-Urania
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 Mehltioresistenzzüchtung	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	Monitoring von Hopfen auf Hop Stunt Viroid	2008-2009	Dr. L. Seigner, Institut für Pflanzenschutz, IPS 2c; Dr. Eastwell, Washington State University, USA
5c	Differenzierung von Hopfensorten über molekulare Techniken als Beitrag zur Qualitätssicherung	Dauer-aufgabe	IPZ 5d; Vermehrungsbetriebe; 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	Entwicklung einer NIRS-Kalibrierung für den $\alpha$ -Säuregehalt basierend auf HPLC-Daten	2000-2008	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik AHA
5d	Entwicklung von Analysemethoden für die Hopfenpolyphenole	2007-offen	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik AHA
5d	Einführung und Etablierung der UHPLC in die Hopfenanalytik	2008-offen	
5d	Organisation und Auswertung von Ringanalysen zur $\alpha$ -Säurebestimmung für die Hopfenlieferungsverträge	2000-offen	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik AHA

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

**Für die Landesanstalt für Landwirtschaft - Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Hüll / Wolnzach / Freising waren im Jahre 2008 tätig (AG = Arbeitsgruppe):**

### **IPZ 5**

**Koordinator: Engelhard Bernhard**

Dandl Maximilian  
Felsl Maria  
Graßl Christine (01.07. bis 31.08.2008)  
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**

**Portner Johann**  
Fischer Elke (ab 01.09.2008)  
Fuß Stefan  
Heilmeier Rosa (bis 31.08.2008)  
Münsterer Jakob  
Niedermeier Erich  
Schätzl Johann

### **IPZ 5b**

**AG Pflanzenschutz im Hopfenbau**

**Engelhard Bernhard**  
Ehrenstraßer Olga  
Hesse Herfried (bis 30.04.2008)  
Lachermeier Ute (ab 01.04.2008)  
Meyr Georg  
Riedl Daniela (01.08. - 31.08.2008)  
Schlagenhauser Stefan  
Schwarz Johannes  
Dr. Weihrauch Florian

### **IPZ 5c**

**AG Züchtungsforschung Hopfen**

**Dr. Seigner Elisabeth**  
Bogenrieder Anton  
Forster Brigitte (ab 17.11.2008)  
Hager Petra (ab 14.08. Elternzeit)  
Kneidl Jutta  
Lutz Anton  
Mayer Veronika  
Nadler Stefanie (09.02. bis 15.09.2008)  
Oberhollenzer Kathrin (ab 01.04.2008)  
Petosic Sabrina  
Seidenberger Rebecca (bis 30.04.2008)  
Dr. Seefelder Stefan

### **IPZ 5d**

**AG Hopfenqualität und -analytik**

**Dr. Kammhuber Klaus**  
Neuhof-Buckl Evi  
Petzina Cornelia  
Weihrauch Sylvia (ab 18.10. Elternzeit)  
Wyschkon Birgit