



LfL

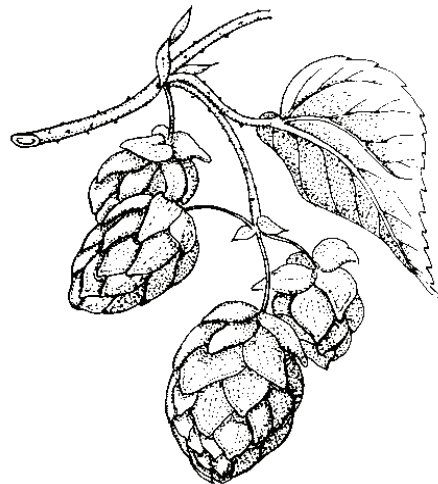
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.

Jahresbericht 2007

Sonderkultur Hopfen



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

- Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung -

und

Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.

März 2008



LfL-Information

Impressum:

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

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

1. Auflage März 2008

Druck: FCS FotoCopyService, 85354 Freising

Schutzgebühr: 5,-- €

Dank

Um die Hopfenforschung am Hopfenforschungszentrum Hüll mit den weiteren Dienststellen in Freising und Wolnzach im derzeitigen Umfang durchführen zu können, ist eine breite Unterstützung unverzichtbar. Das Vorwort zum diesjährigen Jahresbericht soll deshalb als Gelegenheit genutzt werden, um Danke zu sagen:

Wir bedanken uns bei den Repräsentanten der Hopfen- und Brauwirtschaft für die ideelle Unterstützung. Die regelmäßigen Hinweise auf die Bedeutung der Hopfenforschung bei allen Begegnungen mit Politikern, Ministerialbeamten und Präsidenten sind enorm wichtige Bausteine für den Bestand der Forschung.

Die langfristigen Daueraufgaben müssen durch Forschungsprojekte ergänzt werden. Während das Stammpersonal und der laufende Unterhalt vom Bayerischen Staat (ca. 1,4 Mio. € pro Jahr) und der Gesellschaft für Hopfenforschung (ca. 800.000,- € pro Jahr) getragen werden, müssen für die zeitlich befristeten Projekte Sponsoren für sog. Drittmittelförderung gefunden werden. Dieses dritte Standbein finanzieren folgende Organisationen bzw. Firmen, bei denen wir uns herzlich bedanken:

- die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (z. Zt. vier Projekte)
- das Bayerische Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten (drei Projekte bis 2007 und zusätzliche Haushaltsmittel für den Peronosporawarndienst)
- die Wissenschaftsförderung der deutschen Brauwirtschaft e.V. (seit 1998 sechs Projekte)
- die Wissenschaftliche Station für Brauerei, München (vier Projekte bis 2009)
- das European Hop Research Council (z. Zt. ein Projekt)
- Simon H. Steiner, Hopfen, GmbH (z. Zt. ein Projekt)
- die Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG (z. Zt. acht Projekte)
- die Brauerei Anheuser Busch (zusätzlich zum Mitgliedsbeitrag drei Projekte bis 2007)

Wir danken auch den Hopfenpflanzern, die ihre Hopfengärten für Versuche zur Verfügung stellen. Ohne diese Bereitschaft hier mitzuarbeiten und bei den Pflegemaßnahmen auf die Versuchsfragen Rücksicht zu nehmen, wären diese wichtigen, praxisnahen Freilandversuche nicht möglich.

Besonderer Dank gilt den Wissenschaftlern und allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern am Hopfenforschungszentrum Hüll. Die Ergebnisse der zielgerichteten Forschung finden in der Hopfen- und Brauwirtschaft weltweit große Beachtung. Die guten, wissenschaftlich fundierten Arbeiten sind Basis für weitere Anwerbung von Forschungsprojekten.

Danken wollen wir auch allen weiteren Einzelpersonen, Organisationen und Firmen, die durch ihre Anregungen und konstruktive Kritik die Forschung vorwärts bringen und der Hopfenforschung wohlgesonnen sind.

Michael Doetsch
Vorsitzender des Vorstandes
der Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.

Dr. Peter Doleschel
Leiter des Instituts
für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen.....	7
1.1 Laufende Forschungsvorhaben.....	7
1.2 Forschungsschwerpunkte.....	15
1.2.1 Forschungsschwerpunkte Züchtung	15
1.2.2 Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik.....	16
1.2.3 Forschungsschwerpunkte Hopfenqualität und Analytik.....	19
1.2.4 Pflanzenschutz im Hopfen.....	19
2 Witterung 2007 - wärmstes Frühjahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen	21
2.1 Witterungsdaten (Monatsmittelwerte bzw. Monatssummen) vom Jahre 2007 im Vergleich zu den 10- und 50-jährigen Mittelwerten	22
3 Statistische Daten zur Hopfenproduktion.....	23
3.1 Anbaudaten.....	23
3.1.1 Struktur des Hopfenbaus	23
3.1.2 Hopfensorten	25
3.2 Ertragssituation im Jahre 2007	27
4 Züchtungsforschung Hopfen	30
4.1 Klassische Züchtung.....	30
4.1.1 Kreuzungen 2007.....	30
4.1.2 Züchtung von resistenten Hopfen mit besonderer Eignung für den Anbau in Niedrigergerüstanlagen.....	31
4.2 Genomanalyse und Biotechnologie bei Hopfen	35
4.2.1 Entwicklung von molekularen Selektionsmarkern für Mehltairesistenz.....	35
4.2.2 Gentransfer bei Hopfen zur Verbesserung der Pilzresistenz.....	36
5 Hopfenbau, Produktionstechnik	38
5.1 N _{min} -Untersuchung 2007	38
5.2 Düngungsversuch zur Mobilisierung der im Boden vorhandenen Nährstoffe mit den Bodenhilfsstoffen Agrovit und Litho KR.....	40
5.3 Ermittlung des optimalen Erntezeitpunktes bei der Sorte Saphir.....	42
5.4 Prüfung alternativer Aufleitmaterialien.....	44
5.5 Leistungssteigerung und Energieeinsparung bei Hordendarren durch optimale Luftführung.....	46
5.6 Sensortechnik für frühe Pflanzenschutzmittelapplikationen	48
5.7 Sensorgesteuerte Einzelpflanzenbehandlung im Gießverfahren	51

5.8	Beratungs- und Schulungstätigkeit.....	54
5.8.1	Schulung der Ringbetreuer	54
5.8.2	Informationen in schriftlicher Form	54
5.8.3	Internet und Intranet	55
5.8.4	Telefonberatung Ansagedienste	55
5.8.5	Vorträge, Tagungen, Führungen, Schulungen und Versammlungen	55
6	Pflanzenschutz im Hopfenbau.....	56
6.1	Schädlinge und Krankheiten des Hopfens.....	56
6.2	Einsatz von Quassia zur Bekämpfung der Hopfenblattlaus im ökologischen Hopfenbau	56
6.3	Forschungs-Verbundprojekt aus fünf Einzelprojekten zum Thema „Biologischer Pflanzenschutz“	58
6.3.1	Entwicklung eines Testsystems zur Prüfung der Blattlausresistenz an Hopfensämlingen im Rahmen der Hopfenzüchtung	59
6.3.2	Welcher Befall durch die Hopfenblattlaus <i>Phorodon humuli</i> kann zum Zeitpunkt der Doldenausbildung am Hopfen toleriert werden?	63
6.3.3	Versuche zur Einbürgerung von Raubmilben in einem Hopfengarten zur natürlichen Bekämpfung der Gemeinen Spinnmilbe <i>Tetranychus urticae</i>	68
6.3.4	Untersuchungen zur Anlockung von Blattlaus- und Spinnmilben- Antagonisten.....	71
6.3.5	Einsatz entomopathogener Nematoden (EPN) zur biologischen Bekämpfung des Luzernerüsslers <i>Otiorynchus ligustici</i> im Hopfen	74
6.3.6	Literatur	77
7	Hopfenqualität und Analytik.....	78
7.1	Allgemeines	78
7.2	Optimierung der Inhaltsstoffe als Zuchtziel	78
7.2.1	Anforderungen der Brauindustrie	78
7.2.2	Alternative Anwendungsmöglichkeiten	79
7.3	Entwicklung von Analysemethoden für die Hopfenpolyphenole.....	79
7.4	Welthopfensortiment (Ernte 2006).....	81
7.5	Ringanalysen zur Ernte 2007.....	87
7.6	Entwicklung einer NIRS (Nahinfrarot Reflektionsspektroskopie)- Kalibrierung für Alphasäuregehalte basierend auf HPLC (Hochauflösende Flüssig-Chromatographie).....	90
7.7	Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen der Ernte 2007.....	91
7.7.1	Probenauswahl und Analysenergebnisse.....	92
7.7.2	Beurteilung der Ergebnisse.....	96

7.7.3	Zusammenfassung	96
7.8	Kontrolle der Sortenechtheit.....	96
8	Veröffentlichung und Fachinformationen.....	97
8.1	Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit	97
8.2	Veröffentlichungen.....	97
8.2.1	Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge.....	97
8.2.2	LfL-Schriften.....	99
8.2.3	Pressemitteilungen.....	99
8.2.4	Beiträge in Rundfunk und Fernsehen	100
8.3	Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen.....	100
8.3.1	Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare	100
8.3.2	Vorträge.....	100
8.3.3	Führungen.....	106
8.3.4	Ausstellungen und Poster	109
8.4	Aus- und Fortbildung.....	110
8.5	Diplomarbeiten	111
8.6	Mitarbeit in Arbeitsgruppen	111
8.7	Ehrungen und Auszeichnungen.....	112
8.7.1	Auszeichnungen.....	112
8.7.2	Ehrungen.....	112
9	Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben	112
10	Personal IPZ 5 – Arbeitsbereich Hopfen -	114

1 Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen

1.1 Laufende Forschungsvorhaben

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

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Finanzierung:	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.
Projektleiter:	ORRin Dr. E. Seigner, LAR A. Lutz, Dr. S. Seefelder
Kooperation:	Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising
Bearbeiter:	LAR A. Lutz, LTA J. Kneidl; S. Hasyn (EpiLogic), Dr. S. Seefelder
Laufzeit:	01.05.2006 –30.04.2009

Ziel:

Die Mehлтаuisolate und das Blatt-Resistenz-Testsystem, die für die Mehлтаustestung der Wildhopfen eingesetzt werden, werden darüber hinaus bei vielen anderen Fragestellungen rund um den Echten Mehltau eingesetzt. Sie sind zu entscheidenden „Säulen“ für eine erfolgreiche Resistenzzüchtung am Hopfenforschungszentrum Hüll geworden.

Ergebnisse:

Gegenwärtig steht ein Sortiment von 12 verschiedenen Einzelkonidienisolaten von *Podospaera macularis ssp. humuli* als Inokulationsmaterial mit charakterisierten Virulenzeigenschaften zur Verfügung. Dieses Sortiment an Mehltau-Pathotypen erlaubt es, auf alle bislang in der Hopfenzüchtung genutzten und bekannten Resistenzgene zu testen.

So wurden 2007 die Mehлтаuisolate für folgende Fragestellungen oder Untersuchungen eingesetzt:

- Bereitstellung von 4 verschiedenen Mehлтаuisolaten für die Resistenzprüfung im Gewächshaus, die das Virulenzspektrum der in der Hallertau vorherrschenden Mehltaurassen abdecken
- bei der Beurteilung der Resistenzeigenschaften von 156.000 Sämlingen aus den neuen Kreuzungen des Vorjahres, 103 Wildhopfen, 231 Zuchtstämmen und 7 Fremdsorten im Gewächshaus und im Labor-Blatt-Test
- zur zuverlässigen Resistenzeinschätzung von 345 Sämlingen aus 4 Kartierpopulationen, um molekulare Marker für Mehлтаuresistenz zu entwickeln
- bei 10 Analysen zur Genexpression nach Beimpfung mit speziellen Mehлтаuisolaten. Ziel dabei ist es, molekulare Marker für Gene zu identifizieren, die direkt an der Pilzabwehr beteiligt sind
- bei der Beurteilung der Virulenzsituation der Mehлтаupopulationen und bei der Bewertung der Wirksamkeit bekannter Resistenzen in bestimmten Hopfenanbaugebieten

Züchtung von Zwerghopfen für den Niedrigerüstanbau

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
- Finanzierung:** Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
HVG Hopfenverwertungsgenossenschaft e.G.
- Projektleiter:** ORRin Dr. E. Seigner, LAR A. Lutz
- Bearbeiter:** LAR A. Lutz, LTA J. Kneidl; A. Bogenrieder
ORR Dr. K. Kammhuber, C. Petzina (beide IPZ 5d)
- Kooperation:** Gesellschaft für Hopfenforschung;
Hopfenbaubetriebe J. Schrag und M. Mauermeier
- Laufzeit:** 01.04.2007 – 31.12.2010

Ziel

Ziel dieses neuen 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 Spritzmittel und Flüssigdünger zudem mit abdriftreduzierten Recycling-Tunnelspritzern ausgebracht werden können.

Ergebnis

Im April 2007 wurde mit den Züchtungsarbeiten begonnen. Sämlinge aus früheren Kreuzungen mit deutlich verkürztem Wuchs oder weniger üppigem Wachstum wurden in zwei Niedrigerüstanlagen ausgepflanzt und dabei deren Wachstumseigenschaften sowie deren Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen beurteilt. Diese Sämlinge, die vor allem von der englischen Zwergsorte „Pioneer“ abstammen, weisen recht gute Alphasäurenwerte auf, zeigen sich aber wie ihre Mutter stark anfällig gegenüber der Hopfen-Peronospora. Herkömmliche Sorten wie die Hochalphasorte „Hallertauer Taurus“ oder die Aromasorte „Perle“, die auf Niedrigerüstanlagen angebaut wurden, lassen die Schwächen von Hopfensorten erkennen, die auf dieses Anbausystem nicht angepasst sind: üppiges Wachstum mit starker Kopfbildung, wobei weiterwachsende Reben über den Draht wieder nach unten wachsen und so die Blüten- und spätere Doldenbildung im Inneren der überaus dicken Rebe behindern, was zu einer drastischen Reduktion des Ertrags auf 40-60 % gegenüber Hochgerüsten führt. Die zur Verfügung stehenden englischen Zwerghopfen, die als Vergleichssorten in den 3-Meteranlagen angebaut wurden, liefern zwar bessere Erträge, kommen jedoch aufgrund ihrer Krankheitsanfälligkeit gegenüber Peronospora und ihrem geringen Brauwert für den deutschen Anbau nicht in Frage.

Im Sommer 2007 wurden 15 spezielle Kreuzungen durchgeführt, um die gewünschten Merkmalskombinationen in den neuen Zuchtstämmen zu realisieren. Bis zum Projektende 2010 können sicherlich nur die ersten vielversprechenden Zuchtlinien geschaffen werden und bis zur Sortenzulassung mit der Einführung des Niedrigerüstanbaus werden noch mindestens 10 bis 15 Jahre vergehen. Aber die entscheidenden Schritte werden mit diesem Forschungsvorhaben eingeleitet, die zur Sicherung des Hopfenstandortes Deutschland beitragen.

Gentransfer bei Hopfen zur Verbesserung der Pilzresistenz

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
- Finanzierung:** Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten
- Projektleiter:** ORRin Dr. E. Seigner, Dr. H. Miehle (bis 30.06.2007)
- Bearbeiter:** Dr. H. Miehle (bis 30.06.2007), S. Marchetti (bis 31.07.2007),
K. Ehm
- Laufzeit:** 01.01.2005 – 31.12.2007

Ziel:

Ziel des weitergeführten Forschungsvorhabens war die Übertragung von Resistenz-Genen in bedeutende Hüller Hopfensorten und damit die Ausprägung einer verbesserten Toleranz gegenüber pilzlichen Pathogenen.

Ergebnisse:

Mit drei verschiedenen bakteriellen Chitinase-(*chi*)-Konstrukten, die von Dr. Miehle basierend auf publizierten Gensequenzen hergestellt worden waren, konnten „Saazer“ und „Hallertauer Mittelfrüher“ erfolgreich transformiert werden. Die ersten regenerierten Pflanzen der Sorte „Hallertauer Mfr.“ aus Transformationen mit dem *chi-C-Gen* konnten bereits als stabil transgene Pflanzen verifiziert werden. Die meisten Regenerate aus den verschiedenen Transformationsansätzen mit den unterschiedlichen *chi*-Konstrukten (*chi I*, *chi III*, *chi C* und Kombinationen aus *chi I/chi III* und *chi I/chi C*) werden erst im Frühjahr 2008 erwartet. Für diese Pflanzen müssen der stabile Einbau und die Aktivität des neuen Gens erst noch bestätigt werden. Danach kann über den Blatt-Resistenztest im Labor geprüft werden, ob die bakteriellen *chi*-Gene zum Schutz vor Echtem Mehltaubefall beitragen können.

Mit dem erreichten Forschungsstand ist die LfL im Gentransfer bei Hopfen führend: Erstmals wurden mit selbst isolierten hopfen-eigenen und artfremden Resistenzgenen Gen-Konstrukte hergestellt und erfolgreich in Hopfen eingebaut. Die Wirkung des hopfen-eigenen Resistenzgens konnte im Labor bereits bestätigt werden. Auch gelang es zum ersten Mal weltweit, eine Hopfensorte außerhalb des „Saazer-Formenkreises“ zu transformieren und stabil transgene Pflanzen der Sorte „Hallertauer Mittelfrüher“ herzustellen.

Entwicklung molekularer Selektionsmarker für Mehлтаuresistenz zur effektiven Unterstützung der Züchtung von Qualitätshopfen (*Humulus lupulus*) (Wifö-Nr. B 80)

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
- Finanzierung:** Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e. V.
- Projektleiter:** Dr. S. Seefelder
- Kooperation:** Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH Agrarbiologische Forschung
und Beratung Freising
- Bearbeiter:** Dr. S. Seefelder, LTA P. Hager (geb. Bauer),
CL V. Mayer, LAR A. Lutz, LTA J. Kneidl, Dr. E. Seigner
- Laufzeit:** 01.01.2006- 31.12.2007

Ziel:

Erarbeitung molekularer Selektionsmarker zur Beschleunigung der Mehлтаuresistenzzüchtung. Expressionsstudien, um Gene zu identifizieren, die an der Resistenzreaktion von „Wye Target“ beteiligt sind.

Ergebnisse:

- Erfolgreiche Etablierung eines „differential display“-Ansatzes als Grundlage der gendiagnostischen Markerentwicklung für Mehлтаuresistenz.
- Untersuchung einer „differenziellen Genexpression“ nach Beimpfung mit Mehлтаusporen. Hierzu wurde die RNA von „Wye Target“- und „Northern Brewer“-Pflanzen zu verschiedenen, definierten Zeitpunkten nach Inokulation entnommen und in cDNA umgeschrieben. Nachfolgendes Screening der verschiedenen cDNA-Proben („Wye Target“ + virulentes Isolat, „Wye Target“ + avirulentes Isolat und „Northern Brewer“ + virulentes Isolat) wurde mit insgesamt 50 AFLP-Primerkombinationen durchgeführt.
- An den beiden Beprobungszeitpunkten 6 und 24 Stunden nach Pilzkontakt zeigte ausschließlich „Wye Target“ beimpft mit einem avirulenten Isolat ein differenzielles Genexpressionsmuster in Form spezifischer DNA-Fragmente.
- Bestätigung der Zuordnung dieses DNA-Musters als Reaktion der Pflanze auf eine erfolgreiche Pilzabwehr nach erfolgter Klonierung und Sequenzierung der Fragmente. Datenbankrecherchen der identifizierten Sequenzen ergaben Homologien zu Pilzresistenzgenen von Apfel, Gerste, Pappel, Soja und Wein.
- Die in diesem Projekt gewonnenen Ergebnisse wären beste Voraussetzungen für Folgeprojekte zur SNP (Single Nucleotide Polymorphism)-Markerentwicklung.

Analyse von QTLs für α -, β -Säuren, Cohumulon, Xanthohumol und Ertrag

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
- Finanzierung:** Hopsteiner, Mainburg
- Projektleiter:** Dr. S. Seefelder
- Koordination:** Dr. E. Seigner
- Kooperation:** Dr. P. Matthews, S. S Steiner, USA
- Bearbeiter:** Dr. S. Seefelder, LTA P. Hager (geb. Bauer), CL V. Mayer,
LTA J. Kneidl, LAR A. Lutz , Dr. E. Seigner
- Laufzeit:** 01.05.2002- 31.12.2007

Ziel:

Ziel dieses Forschungsprojektes war es, DNA-Marker für brautechnisch relevante Inhaltsstoffe zu identifizieren. Darüber hinaus wurde versucht, züchterisch wertvolle agronomische Merkmale wie z. B. Ertrag und Doldenform molekular zu beschreiben.

Ergebnisse:

- Grundlage für dieses Projekt ist eine Kartierpopulation aus der Kreuzung „Spalter Select“ x männlicher Hüller Zuchtlinie 93/9/47 bestehend aus 139 weiblichen Pflanzen. Jede Pflanze wird seit 2003 in Deutschland und in USA an zwei verschiedenen Standorten in drei Wiederholungen angebaut.
- Mittels HLPC wurden die chemischen Daten für die jährlichen Erntemuster erhoben.
- Ausgehend von 786 AFLPs und 26 Mikrosatelliten wurde eine weibliche und männliche genetische Karte erstellt.
- Aufgrund der größeren Datenstreuung der amerikanischen HPLC-Daten auf allen 4 Standorten konnten diese nicht in die statistische Auswertung mit einbezogen werden. Deswegen wurden bislang nur die im Hopfenforschungszentrum Hüll erhobenen chemischen Daten für eine statistische Auswertung verwendet.
- Zur Identifizierung relevanter genetischer Marker wurde eine lineare Einzelmarkerregression durchgeführt. Dabei konnten für bestimmte Merkmale mit einzelnen Markern bis zu 63 % der phänotypischen Varianz erklärt werden. α -Säure bis 29 %, β -Säure bis 31 %, Cohumulon bis 63 % und Xanthohumol bis 34 %.
- Mit dem statistisch abgesicherten Datensatz soll eine QTL-Karte erstellt werden.

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

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
- Finanzierung:** EHRC (European Hop Research Council - Carlsberg Breweries,
Heineken, InBev, Hopfenveredlung St. Johann, Hallertauer Hop-
fenveredelungsgesellschaft /Hopsteiner)
- Projektleiter:** Dr. S. Seefelder; ORRin Dr. E. Seigner
- Bearbeiter:** R. Seidenberger (geb. Schürmer), Dr. S. Seefelder,
LAR A. Lutz, LTA J. Kneidl, Dr. E. Seigner
- Kooperation:** Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH Agrarbiologische Forschung
und Beratung, Freising; Dr. S. Mikolajewski, IPZ 1b
- Laufzeit:** 01.12.2004 – 30.04.2008

Ziel:

Zielsetzung ist es, für zwei Wildhopfen, die sich bislang gegenüber allen verfügbaren Mehltaurassen als resistent erweisen, molekulare Selektionsmarker für deren Resistenzgene zu erarbeiten.

Ergebnisse:

- Aufbauend auf den Vorarbeiten zur Untersuchung der differentiellen Genexpression nach Beimpfung mit Mehltasporen wurden die Analysen 2007 fortgesetzt.
- Ausgehend von einer cDNA-AFLP-Analyse wurde begonnen, nach unterschiedlich exprimierten Gensequenzen zwischen Pflanzen mit und ohne Mehltaukontakt zu suchen. Dabei wird angenommen, dass resistente Pflanzen nach Beimpfung mit Mehltau zur Abwehr spezielle Gene aktivieren.
- Inzwischen liegen erste Erkenntnisse zu cDNA-AFLPs vor, die möglicherweise aufgrund ihrer Expressions-Kinetik und ihrer Homologie zu bekannten Resistenzgenen bei anderen Fruchtarten beim Erkennen und /oder der Abwehr des Pathogens eine Rolle spielen.
- Ein Abschlussbericht mit detaillierten Ergebnissen ist in Bearbeitung.

Abgeschlossene Projekte der Arbeitsgruppe Pflanzenschutz (April 2008)

Entwicklung eines Testsystems zur Prüfung der Blattlausresistenz an Hopfensämlingen im Rahmen der Hopfenzüchtung

Projektbearbeitung: Dr. F. Weihrauch, LAR A. Lutz, A. Baumgartner, M. Felsl

Finanzierung: Anheuser-Busch Companies Inc., Gesellschaft für Hopfenforschung e.V., Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.

Kernaussage: Eine männliche Zuchtlinie bestätigt in diesem Test eindeutig die bekannte Blattlausresistenz. Bei getesteten zugelassenen Sorten sind keine statistisch gesicherten Unterschiede erkennbar. Mögliche Ursachen: Temperaturen während des Testes zu hoch (Dr. Darby) oder Einzelblatt reagiert anders als ganze Pflanze.

Literatur: Kindsmüller G. (2005) Diplomarbeit 107 pp.
Weihrauch F., Baumgartner A., Felsl M., Lutz A. (2008): Vortrag beim 2. ISHS Internationalen Humulus Symposium in Gent (angemeldet)

Welcher Befall durch die Hopfenblattlaus *Phorodon humuli* kann zum Zeitpunkt der Doldenausbildung am Hopfen toleriert werden?

Projektbearbeitung: Dr. F. Weihrauch, A. Bogenrieder

Finanzierung: Gesellschaft für Hopfenforschung e.V., Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.

Kernaussage: Negative Ertrags- und Alphasäurenbeeinflussung gibt es bei Aromasorten ab 10 - 15 und bei Hallertauer Magnum ab 20 - 25 Blattläusen pro Blatt. Darunter bringt der Blattlausbefall in diesen Vorversuchen zu einem geplanten, dreijährigen Projekt nur optische Verschlechterungen.

Versuch zur Einbürgerung der Raubmilbe *Typhlodromus pyri* in einem Hopfengarten der Hallertau zur natürlichen Bekämpfung der Gemeinen Spinnmilbe *Tetranychus urticae*

Projektbearbeitung: Dr. F. Weihrauch

Finanzierung: Anheuser-Busch Companies Inc.

Kernaussage: 2007 brachte die Ausbringung von 12 Raubmilben pro Aufleitung einen klassischen Bekämpfungserfolg. Dieser Erfolg kann nicht jedes Jahr erwartet werden.

Untersuchungen zur Anlockung von Blattlaus- und Spinnmilben-Antagonisten

Projektbearbeitung: Dr. F. Weihrauch

Finanzierung: Anheuser-Busch Companies Inc.

Kernaussage: Mit einem Lockstoff konnte eine Florfliegenart aus über 500 m Entfernung angelockt werden. Leider kommt diese Art nur auf Nadelgehölzen vor und ist nicht auf Hopfen heimisch. Es müsste ein Lockstoff gefunden werden, auf den *Chrysoperla carnea* anspricht.

Literatur: Weihrauch F. (2007): Versuche zur Anlockung von Florfliegen in der Sonderkultur Hopfen: Stand der Dinge. DGaaE-Nachrichten 21 (3): 137

Einsatz entomopathogener Nematoden (EPN) zur biologischen Bekämpfung des Luzernerüsslers *Otiorynchus ligustici* im Hopfen

Projektbearbeitung: Dr. F. Weihrauch, J. Schwarz

Finanzierung: Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G., Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.

Kernaussage: Es handelt sich nur um Orientierungsversuche, um die Methodik des Einsatzes zu erarbeiten. Bekämpfungserfolge konnten deshalb nicht erwartet werden.

Die ausführlichen Berichte zu diesen Projekten sind unter Punkt 6.3 zu finden.

Laufendes Forschungsprojekt der Arbeitsgruppe Pflanzenschutz

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

Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. S. Schlagenhauser

Finanzierung: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.

Laufzeit: 01.05.2007 - 31.12.2009

Kernziel: Erarbeitung von Basisdaten zur Biologie und Epidemiologie des Pilzes in Labor- und Freilandversuchen. Überprüfung und Anpassung eines vorläufigen Prognosemodells.

Erster Trend: Ist der Hopfen Mitte Juni 100%ig mehltaufrei, besteht keine Gefahr mehr. Spritzungen im August bei Befall bringen mit den derzeitigen Produkten keine Wirkung.

Literatur: Schlagenhauser S. (2007) Diplomarbeit
Schlagenhauser S., et al. (2008): Vortrag Innovationstage der BLE

1.2 Forschungsschwerpunkte

1.2.1 Forschungsschwerpunkte Züchtung

Züchtung von mehlttauresistenten Qualitätssorten im Aroma – und Bitterstoffbereich

Leitung: ORRin Dr. E. Seigner, LAR A. Lutz
Bearbeitung: LAR A. Lutz, LTA J. Kneidl
Kooperation: Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising

Ziel:

Der Schwerpunkt der Hüller Züchtungsarbeit liegt bei der Entwicklung markt- und umweltgerechter Qualitätssorten. Nachdem bereits eine gute bis sehr gute Resistenz bzw. Toleranz gegenüber der Hopfenperonospora und der *Verticillium*-Welke in den Hüller Zuchtsorten verankert ist, wird seit einigen Jahren daran gearbeitet, die Resistenz gegenüber Echtem Mehltau zu verbessern.

Maßnahmen:

2007 wurden 95 spezifische Kreuzungen mit mehlttauresistenten Kreuzungspartnern im Aroma- bzw. Bitterstoffbereich durchgeführt.

- Prüfungen auf Mehlttauresistenz im Gewächshaus und Feld
 - 156.000 Sämlinge aus den verschiedenen Zuchtprogrammen wurden nach künstlicher Beimpfung mit vier verschiedenen Mehlttauisolaten, die in der Hallertau weit verbreitet sind, auf ihre Resistenz hin gescreent. Des Weiteren wurden 7 Fremdsorten, 231 Zuchtlinien, 352 Sämlinge aus 4 Kartierpopulationen sowie 103 Wildhopfen in diese Gewächshausprüfung mit einbezogen.
 - Nur als resistent eingestufte Individuen wurden nach der Resistenzprüfung im Gewächshaus im Feldanbau unter natürlichen Infektionsbedingungen und ohne Fungizideinsatz (ca. 4000 Sämlinge pro Jahrgang) auf ihre Mehlttauresistenzigenschaften hin untersucht.
- Prüfung auf Mehlttauresistenz im Labor bei EpiLogic (Blattresistenztest)
 - Zurzeit stehen 12 verschiedene Mehlttauisolate mit charakterisierten Virulenzeigenschaften für die Testungen in der Petrischale zur Verfügung. Mit diesem Mehlttau-Sortiment kann auf alle bisher weltweit in der Züchtung verwendeten Resistenzen geprüft werden.
 - Im Blatt-Resistenztest wurden 7 Sorten, 216 Zuchtlinien, 352 Sämlinge aus 4 Kartierpopulationen und 91 Wildhopfen mit zwei englischen Mehlttauisolaten in Kontakt gebracht. So konnte die Widerstandsfähigkeit gegenüber Mehlttaurassen getestet werden, die noch nicht in Deutschland aufgetreten sind.
- Nur mit Hopfen, die in allen Tests Widerstandsfähigkeit gegenüber Echtem Mehlttau zeigen, wird in der Züchtung weitergearbeitet.

1.2.2 Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik

Düngungsversuch zu Kalifixierung

Projektleiter: LOR J. Portner
Bearbeitung: LA E. Niedermeier

Der Düngungsversuch zur Behebung der Kalifixierung wurde 2006 auf einer Verdachtsfläche angelegt. Im Vergleich zu 0-Parzellen werden die Düngungsstufen 300 kg K₂O/ha und 600 kg K₂O/ha dreijährig geprüft. Der Einfluss von chloridarmen bzw. chloridhaltigem Kali mit und ohne Magnesium wird ebenfalls untersucht. Die ersten Versuchsergebnisse zeigen eine positive Ertragsreaktion auf Kalidüngung. Aussagen über die bevorzugte Form der Kalidünger können aufgrund der schwankenden Versuchsergebnisse noch nicht gemacht werden.

Düngungsversuch zur Mobilisierung der im Boden vorhandenen Nährstoffe mit den Bodenhilfsstoffen Agrovit und Litho KR

Projektleiter: LOR J. Portner
Bearbeitung: LA E. Niedermeier
Kooperation: Firma MEKO, Ljubljana, Slowenien

Mit den „Bodenaktivatoren“ Agrovit und Litho KR sollte im Versuch auf zwei Standorten mit zwei verschiedenen Sorten untersucht werden, wie sich die einmalige Impfung des Bodens für den gesamten Versuchszeitraum auf den Ertrag und die Alphasäurebildung im Vergleich zu den praxisüblich bewirtschafteten Parzellen auswirkt. Im Durchschnitt der ersten beiden Versuchsjahre reduzierte sich der Ertrag bei der Sorte Perle um ein Viertel und bei der Sorte Hall. Mittelfrüher um beinahe die Hälfte gegenüber der Praxisvariante. Aufgrund der schlechten Ertragsergebnisse wird der Versuch nicht mehr fortgeführt.

Standraum- und Aufleitversuch bei der Sorte Herkules

Projektleiter: LOR 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. 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 erste Versuchsernte 2007 zeigt, dass vom Trend her bei engerem Stockabstand die 2-rebige und bei weitem Stockabstand die 3-rebige Aufleitung ertraglich Vorteile besitzt. Der Versuch wird noch 2 Jahre fortgeführt.

Ermittlung des optimalen Erntezeitpunktes bei den Sorten Saphir und Herkules

Bearbeitung: LOR J. Portner, LA A. Lutz
Laufzeit: 2004 – 2007 (Saphir)
2006 – 2008 (Herkules)

Um den optimalen Erntezeitpunkt für die Aromasorte Saphir und 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 Sorte Herkules wurde im 2. Jahr beerntet. Bei der Sorte Saphir wird der Versuch mit der 4. Ernte abgeschlossen. Nach 3 Jahren mit relativ spätem Erntebeginn konnten die Versuche 2007 zu einem „normalen“ Erntezeitpunkt durchgeführt werden.

Entwicklung und Erprobung der Sensortechnik bei frühen Pflanzenschutzapplikationen

Projektleiter: LOR J. Portner
Bearbeitung: LOI S. Fuß
A. Hartmair (Diplomand)
Kooperation: OAR A. Schenk, IPS Freising
Reith Landtechnik GmbH & Co. KG, Wolnzach
agrotop, Obertraubling
Hans Wanner GmbH, Wangen i. Allgäu
Müller-Elektronik, Salzkotten

Aufgrund des großen Pflanzabstandes (1,4-1,6 m in der Reihe) und der geringen Be-
laubung im Frühjahr entstehen bei den ersten Pflanzenschutzapplikationen große Ver-
luste, wenn bei der Vorwärtsfahrt zwischen die Pflanzen hindurch gespritzt wird. Im
Rahmen einer Diplomarbeit wurde untersucht, ob mit Hilfe von Sensoren die Pflanzen
oder Blattflächen erkannt und somit eine zielgenaue Applikation, mit dem Ziel Pflan-
zenschutzmittel einzusparen, möglich ist.

In einer weiteren Versuchsfrage wurde nach einer Lösung gesucht, die manuell ausge-
führte Einzelstockbehandlung im Gießverfahren sensorgesteuert zu automatisieren.
Dazu wurde ein Gerät entwickelt und erprobt, das sensorgesteuert den eingesteckten
Draht und somit die Position des Stocks erkennt und automatisch die vorgewählte
Menge an Spritzbrühe zielgenau am Einzelstock platziert.

Entwicklung eines EDV-Wasserhaushaltsmodells zur Bewässerungssteuerung im Hopfen

Projektleiter: LOR 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 durch verschiedene Versuchsvarianten ermittelt.

U. a. werden dabei Schwellenwerte für den Bodenwassergehalt getestet, die das EDV-Wasserhaushaltsmodell HyMoHOP über meteorologische Daten berechnet. Zur Kontrolle werden wöchentliche Messungen zur Bestimmung des Bodenwassergehalts durchgeführt.

Leistungssteigerung und Energieeinsparung bei Hordendarren durch optimale Luftführung

Bearbeitung: LA J. Münsterer

Nachdem Möglichkeiten bei der Energieeinsparung durch die Nutzung alternativer Energiequellen und der Wärmerückgewinnung im Jahr 2006 untersucht und aufgezeigt wurden, lag der Schwerpunkt der Untersuchungen während der Ernte 2007 auf der Optimierung der Luftführung. Die wichtigste Erkenntnis ist, dass nur durch Regelung der Luftgeschwindigkeit im Verlauf der Trocknung die höchstmögliche Wasserabfuhr und somit eine hohe Trocknungsleistung bei gleichzeitiger Energieeinsparung erzielt werden kann. Die Luftgeschwindigkeit wird dabei über den Ölverbrauch und die Differenz zwischen der Temperatur der Ansaugluft und erhitzten Darrluft rechnerisch ermittelt.

Prüfung alternativer Aufleitmaterialien

Bearbeitung: LAR J. Schätzl

Hopfen benötigt eine Rankhilfe. In der Praxis wird dafür ein 1,1–1,4 mm starker Eisendraht verwendet. Zur Vermeidung der gefürchteten „Hopfenspikes“ werden immer wieder alternative Aufleitmaterialien aus Naturfasern oder abbaubaren Kunststoffen angeboten. Die Prüfung dieser Materialien im Vergleich zum herkömmlichen Aufleitdraht soll Auskunft über die Praxistauglichkeit liefern.

Stickstoffsteigerungsversuch mit Flächen- und Banddüngung

Projektleiter: LOR J. Portner

Bearbeitung: LA E. Niedermeier

Frühere Versuche aus der Hallertau und aus Thüringen belegen, dass mit der Banddüngung gegenüber einer flächigen Ausbringung bis zu ein Drittel der Stickstoffdüngermenge ohne Ertragseinbußen eingespart werden kann. Dies kann für den Hopfenbaubetrieb von Vorteil sein, wenn er bei der Stickstoffdüngung an die Grenzen des tolerierbaren Saldoüberhangs im Nährstoffvergleich nach der Düngeverordnung stößt. 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.

Fungizidbehandlung mit und ohne Strobilurine

Bearbeitung: LAR J. Schätzl

LOI S. Fuß

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 ausgebracht und hinsichtlich Ertrag und Alphasäuregehalt beerntet.

Blattdüngung mit Nutri-Phite Magnum

Bearbeitung: LA E. Niedermeier

Nutri-Phite Magnum ist eine NPK-Düngerlösung zur Blattapplikation und soll die Vitalität und Widerstandsfähigkeit der Hopfenpflanze steigern. Die Beerntung erfolgt hinsichtlich Ertrag und Alphasäuregehalt.

1.2.3 Forschungsschwerpunkte Hopfenqualität und Analytik

Entwicklung einer NIRS-Kalibrierung für den Alphasäuregehalt basierend auf HPLC-Daten

Projektleiter: ORR Dr. K. Kammhuber

Kooperation: Dr. M. Biendl, Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft mbH
J. Betzenbichler, Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft mbH
R. Schmidt, NATECO2 GmbH & Co. KG
U. Weiss, Hopfenveredlung St. Johann GmbH & Co. KG, St. Johann

Bearbeiter: CL E. Neuhof-Buckl, CTA B. Wyschkon, Dipl. Ing. Agr. C. Petzina,
ORR Dr. K. Kammhuber

Laufzeit: Das Projekt wurde im September 2000 begonnen, das Ende ist noch offen.

Seit dem Jahr 2000 wird von Hüll und den Laboratorien der Hopfenverarbeitungsfirmen eine NIRS-Kalibrierung für den Alphasäuregehalt basierend auf HPLC-Daten entwickelt, um die steigende Zahl der nasschemischen Untersuchungen durch eine billige Schnellmethode zu ersetzen. Ziel dabei ist, die NIRS-Methode so zu verbessern, dass eine für die Praxis akzeptierbare Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit erreicht werden kann. Jedes Jahr wird die bestehende Kalibrierung durch neue Datensätze erweitert und verbessert. Innerhalb 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. Als Screening Methode für die Züchtung wird die NIRS-Methode bereits eingesetzt.

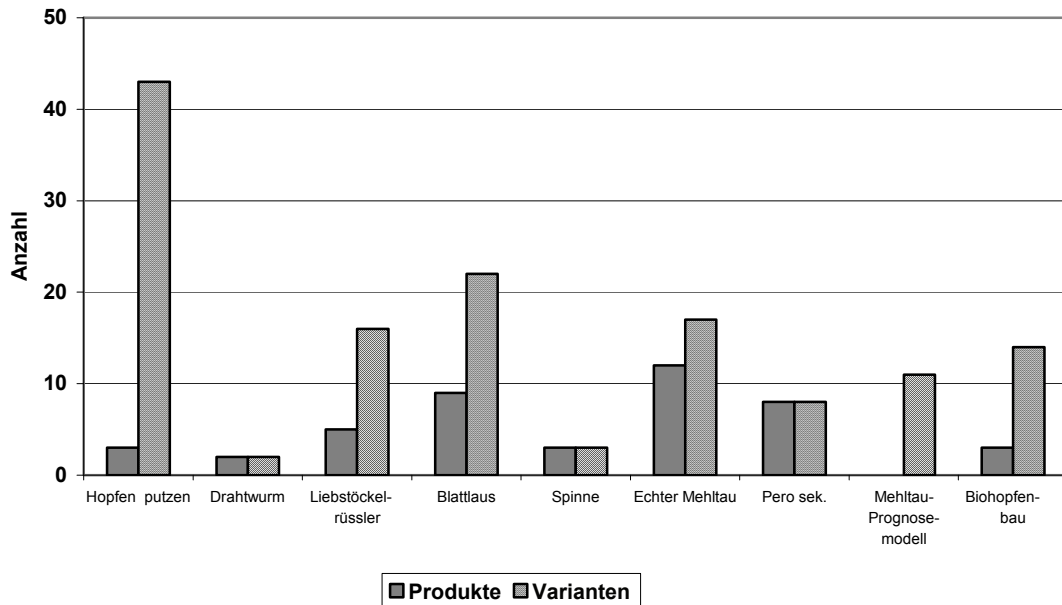
1.2.4 Pflanzenschutz im Hopfen

Prüfung von Pflanzenschutzmitteln für Zulassungen bzw. Genehmigungen und Beratungsunterlagen 2007

Projektleiter: Ltd. LD Bernhard Engelhard

Bearbeiter: J. Schwarz, G. Meyr

Prüfungen 2007



Bei den Versuchen zum Hopfenputzen wurden die Produkte Shark und Quickdown zum 1. und 2. Hopfenputzen sowie Reglone zum 2. Hopfenputzen mit unterschiedlichen Wirkstoff- und Wasseraufwandmengen an zwei Sorten geprüft.

Es zeigte sich, dass bei Reglone die bisherige Zulassung mit 5,0 l/ha richtig ist und auch die geplanten Aufwandmengen bei den zwei neuen Produkten bleiben können. In allen Versuchen hat die doppelte Produktmenge keine Ertrags- und Qualitätseinbußen gebracht; es besteht also eine gute Pflanzenverträglichkeit, obwohl an den besprühten Rebenteilen oberflächliche Verätzungen stattfinden. Der Wasseraufwand kann bei den praxisüblichen Mengen von 900 - 1.200 l/ha zum 1. Hopfenputzen und 1.500 - 1.800 l/ha zum 2. Hopfenputzen bleiben. Nur bei Shark ist die jeweils höhere Wassermenge notwendig.

2 Witterung 2007 - wärmstes Frühjahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen

LLD Bernhard Engelhard, Dipl. Ing. agr.

Ein „ausgefallener Winter“ mit durchschnittlich Minimumtemperaturen über Null Grad war der Start in das neue Vegetationsjahr. Kein Bodenfrost bedeutet, dass Winterarbeiten wie Gerüstreparatur und Drahtaufhängen und auch das Ziehen von Bodenproben nicht möglich waren. Der warme Winter hat auch noch weitere negative Folgen:

Stockfäule – die Kombination mit dem nassen August 2006 und der Trockenheit im März/April 2007 war Ursache für ungewöhnlich viel Stockfäule, vor allem bei den Sorten HT, PE, TU und jungem HS.

Vegetationsbeginn am 05. März viel zu früh – die Frühjahrsarbeiten begannen zu zeitig und die Hopfenstöcke bekamen dadurch einen Wachstumsvorsprung, der bei HA und HM zu vorzeitiger Blüte führte. Da derartige Ereignisse vermutlich in Zukunft häufiger vorkommen, sollten die Hopfenpflanzer im Frühjahr Geduld aufbringen und im Zweifelsfall auch einmal auf das aktuelle Datum schauen. 2007 begannen die ersten Arbeiten zum Schneiden am 21. Februar (Aschermittwoch).

Die erste Märzhälfte mit frühlingshaften Temperaturen ermöglichte alle Frühjahrsarbeiten bei sehr guten Bedingungen.

Das Ausputzen und Anleiten des Hopfens begann am 14. April und wurde wohl erstmalig noch in den letzten Apriltagen abgeschlossen. Generell war die gesamte Vegetationsentwicklung um drei Wochen voraus. Die lange Trockenheit über den gesamten April und Anfang Mai hat der Hopfen gerade noch ohne Schaden überstanden. Am 8./9. Mai kam der erlösende Regen, der aber am 10. - 12. Mai bereits in Sturm überging und am 14. Mai zu Hagelschäden führte. Köpfe waren abgebrochen und das Nachleiten verursachte viel Arbeit.

Wärme und Trockenheit im Frühjahr führten einerseits zu einem sehr frühen Zuflug der Blattläuse (ab 10. Mai), andererseits vertrocknete die Peronospora-Primärinfektion in den Hopfentrieben, so dass sich über lange Zeit kein Peronosporadruck aufbauen konnte. Auch die Stockfäule kranken Bestände konnten sich erholen. In den Monaten Juni (wenn auch nur 55 mm Regen) bis August waren immer genügend Niederschläge zur rechten Zeit vorhanden. Besondere Ereignisse sind noch die Niederschläge am 27. – 29. Mai mit 80 – 100 mm Regen und die häufigen, großflächigen Hagelschläge.

Insgesamt waren die Witterungsvoraussetzungen für eine gute Ernte gegeben. Die Doldenausbildung erfolgte bei der Sorte HM, insbesondere im Zentrum der Rebe, sehr verzögert; die Alphasäurenbildung blieb bei dieser Sorte damit unter den Erwartungen.

2.1 Witterungsdaten (Monatsmittelwerte bzw. Monatssummen) vom Jahre 2007 im Vergleich zu den 10- und 50-jährigen Mittelwerten

Monat		Temperatur in 2 m Höhe			Rel. Luftf. (%)	Niederschlag (mm)	Tage m. N'schlag >0,2 mm	Sonnenschein (Std.)
		Mittel (°C)	Min.Ø (°C)	Max.Ø (°C)				
Januar	2007	3,9	0,2	7,1	87,8	90,9	20,0	44,9
	Ø 10-j.	-1,4	-4,7	2,2	89,0	41,6	10,5	73,0
	50-j.	-2,4	-5,1	1,0	85,7	51,7	13,7	44,5
Februar	2007	4,0	0,2	8,9	90,1	63,4	18,0	103,4
	Ø 10-j.	0,5	-4,1	5,4	84,0	36,7	11,1	97,8
	50-j.	-1,2	-5,1	2,9	82,8	48,4	12,8	68,7
März	2007	5,4	0,0	11,7	82,5	57,6	15,0	173,4
	Ø 10-j.	4,2	-0,7	9,6	80,4	66,2	13,2	142,8
	50-j.	2,7	-2,3	8,2	78,8	43,5	11,3	134,4
April	2007	11,7	2,9	20,4	66,9	27,8	2,0	322,4
	Ø 10-j.	8,3	2,7	14,3	74,1	55,8	11,9	175,4
	50-j.	7,4	1,8	13,3	75,9	55,9	12,4	165,0
Mai	2007	14,8	8,0	21,5	71,9	167,6	13,0	242,4
	Ø 10-j.	13,8	7,5	20,2	72,4	77,9	12,2	223,4
	50-j.	11,9	5,7	17,8	75,1	86,1	14,0	207,4
Juni	2007	17,9	11,6	24,5	76,0	55,1	13,0	241,7
	Ø 10-j.	16,9	10,2	23,4	72,6	94,9	14,0	245,5
	50-j.	15,3	8,9	21,2	75,6	106,1	14,2	220,0
Juli	2007	17,9	11,9	24,5	77,6	108,6	18,0	234,0
	Ø 10-j.	17,8	11,8	24,3	75,9	97,8	15,8	222,9
	50-j.	16,9	10,6	23,1	76,3	108,4	13,9	240,3
August	2007	16,6	10,8	23,2	83,0	116,7	16,0	181,7
	Ø 10-j.	17,6	11,5	24,5	77,3	83,4	11,7	217,1
	50-j.	16,0	10,2	22,5	79,4	94,9	13,3	218,4
September	2007	11,9	6,7	18,0	88,1	117,6	16,0	127,1
	Ø 10-j.	13,6	8,1	20,2	82,0	67,0	11,0	179,1
	50-j.	12,8	7,4	19,4	81,5	65,9	11,4	174,5
Oktober	2007	7,6	2,9	13,8	91,5	15,9	7,0	129,7
	Ø 10-j.	9,3	5,0	14,4	86,6	73,1	13,1	113,0
	50-j.	7,5	2,8	13,0	84,8	60,0	10,4	112,9
November	2007	1,8	-1,1	4,8	95,5	95,2	16,0	45,5
	Ø 10-j.	3,3	0,0	6,9	91,4	59,4	12,1	65,8
	50-j.	3,2	-0,2	6,4	87,5	58,8	12,6	42,8
Dezember	2007	0,1	-2,7	3,1	93,6	64,4	14,0	42,2
	Ø 10-j.	0,3	-2,7	3,3	91,0	43,6	13,5	61,6
	50-j.	-0,9	-4,4	1,6	88,1	49,1	13,3	34,3
Jahr 2007		9,5	4,3	15,1	83,7	980,8	168,0	1888,4
10 – jähriges Mittel		8,7	3,7	14,1	81,4	797,3	150,1	1817,3
50 – jähriges Mittel		7,4	2,5	12,5	81,0	828,8	153,0	1663,0

Das 50-jährige Mittel bezieht sich auf die Jahre 1927 bis einschließlich 1976, das 10-jährige Mittel bezieht sich auf die Jahre 1997 bis einschließlich 2006.

3 Statistische Daten zur Hopfenproduktion

LOR 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	1 510	11,72
1989	4 298	4,64			
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 - 2007 zu 2006		2006	2007	Zunahme + / Abnahme - 2007 zu 2006		2006	2007
	2006	2007	ha	%			Be- triebe	%		
Hallertau	14 280	14 754	+ 474	+ 3,3	1 255	1 222	- 33	- 2,6	11,38	12,07
Spalt	388	384	- 4	- 1,0	93	84	- 9	- 9,7	4,17	4,57
Tettmang	1 200	1 220	+ 20	+ 1,7	176	173	- 3	- 1,7	6,82	7,05
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	19	19	± 0	± 0	2	2	± 0	± 0	9,50	9,50
Elbe-Saale	1 284	1 321	+ 37	+ 2,9	29	29	± 0	± 0	44,28	45,55
Deutschland	17 170	17 698	+ 528	+ 3,1	1 555	1 510	- 45	- 2,9	11,04	11,72

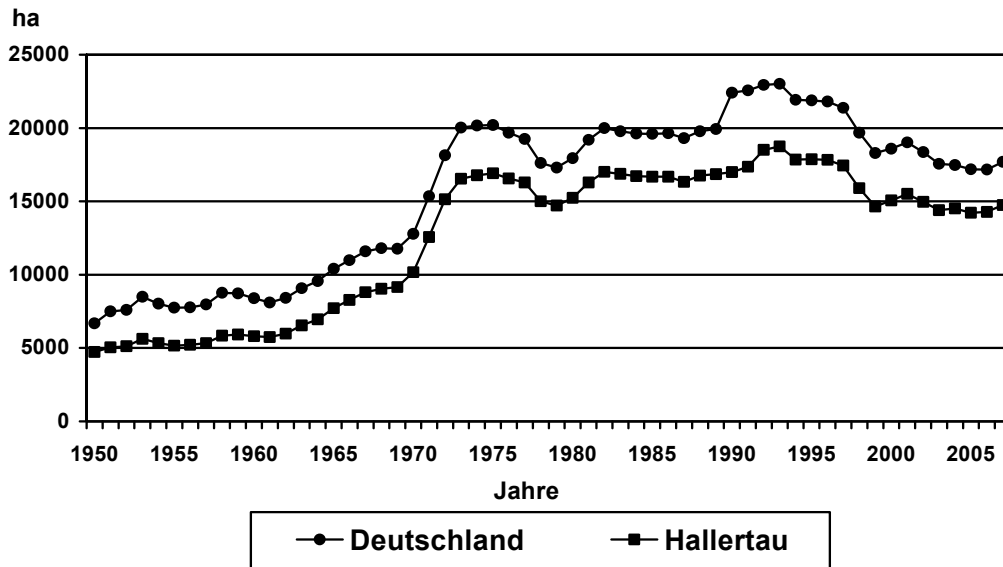


Abbildung 3.1: Hopfenanbauflächen in Deutschland und in der Hallertau

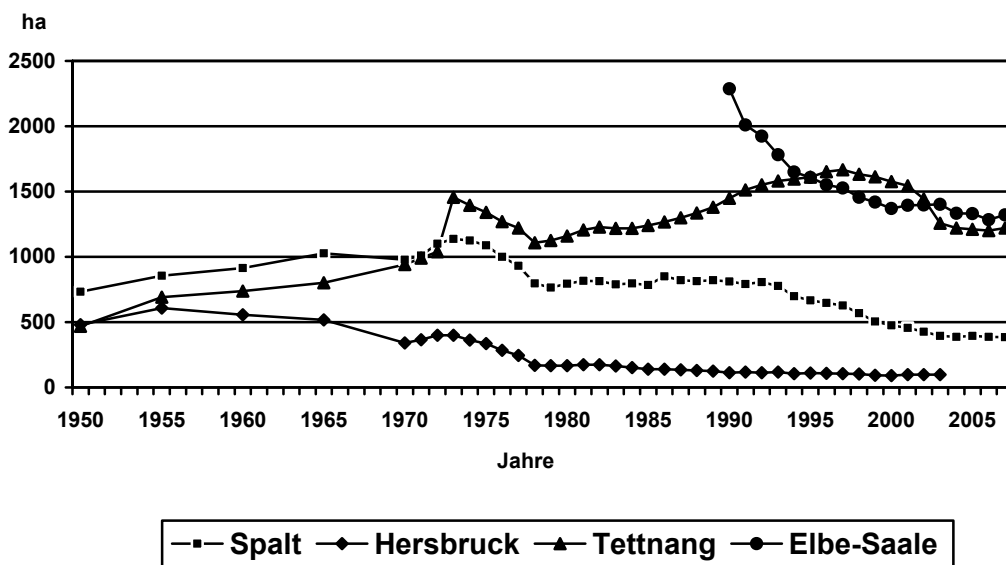


Abbildung 3.2: Hopfenanbauflächen in den Gebieten Spalt, Hersbruck, Tett nang und Elbe-Saale

Das Anbaugebiet Hersbruck gehört seit 2004 zur Hallertau.

3.1.2 Hopfensorten

Bei den Hopfensorten gab es 2007 nach Jahren der Zunahme der Aromasorten eine leichte Verschiebung des Anbaus in Richtung Bitterstoffsorten. Ursache dafür ist die neue Hochalphasorte Herkules, die mit 868 ha oder 5 % Flächenanteil bereits die drittgrößte Bitterstoffsorte und sechstgrößte Sorte in Deutschland ist. Der Anteil der Aromasorten im Jahr 2007 beträgt 59,1 % gegenüber 59,9 % in 2006. Dem entsprechend haben die Bitterstoffsorten von 40,1 % Flächenanteil auf 40,9 % im Jahr 2007 zugelegt.

Aufgrund der verbesserten Marktlage wurde der Hopfenanbau in Deutschland um 528 ha ausgeweitet. Bei den Aromasorten profitierten davon insbesondere die drei größten Sorten Perle (+ 111 ha), Hallertauer Tradition (+ 126 ha) und die alte Landsorte Hallertauer Mittelfrüher (+ 76 ha). Größere Flächenrodungen gab es lediglich bei der Sorte Hersbrucker Spät mit 124 ha. Die neuen Aromasorten Saphir, Opal und Smaragd konnten ihre Anbaufläche gerade halten oder nur geringfügig steigern.

Die Fläche der Bitterstoffsorten nahm 2007 um 346 ha zu. Da alle Sorten Flächenreduzierungen zu verzeichnen hatten, ist das gute Ergebnis allein auf die Flächenausweitung von Herkules mit 654 ha zurückzuführen. Eine genaue Aufteilung der Sorten nach Anbaugebieten ist aus den Tabellen 3.3 und 3.4 zu ersehen.

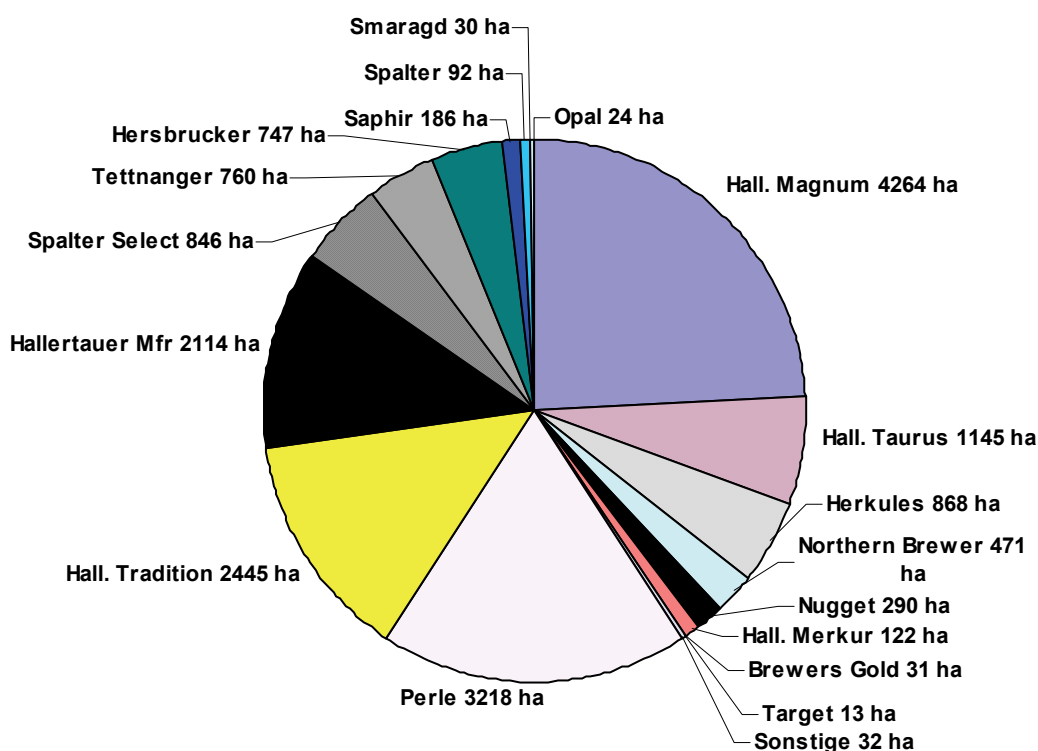


Abbildung 3.3: Flächenanteile der Hopfensorten in Deutschland 2007

Tabelle 3.3: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2007
Aromasorten

Anbaugebiet	Anbaufläche gesamt	HA	SP	TE	HE	PE	SE	HT	SR	OL	SD	Aromasorten	
												ha	%
Hallertau	14.754	1.594	1		741	3.034	733	2.358	186	24	30	8.701	59,0
Spalt	384	109	91		6	25	111	25				367	95,3
Tett nang	1.220	410		760		19		19				1.208	99,0
Baden, Bit- burg u. Rheinpfalz	19	1				8	2	5				16	84,7
Elbe-Saale	1.321					132		38				170	12,9
Deutschland	17.698	2.114	92	760	747	3.218	846	2.445	186	24	30	10.462	59,1
Sortenanteil in %		12,0	0,5	4,3	4,2	18,2	4,8	13,8	1,1	0,1	0,2		

Sortenveränderung in Deutschland

2006 ha	17.170	2.037	97	755	871	3.108	855	2.319	191	20	26	10.279	59,9
2007 ha	17.698	2.114	92	760	747	3.218	846	2.445	186	24	30	10.462	59,1
Veränderung in ha	+ 528	+ 76	- 5	+ 5	-124	+ 111	- 9	+ 126	- 5	+ 3	+ 4	+ 182	

Tabelle 3.4: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2007
Bitterstoffsorten

Anbaugebiet	NB	BG	NU	TA	HM	TU	MR	HS	Sonst.	Bitterstoffsorten	
										ha	%
Hallertau	334	31	251	9	3.431	1.117	83	775	21	6.052	41,0
Spalt					3		10	5	17	18	4,7
Tett nang					1	4		4	3	12	1,0
Baden, Bit- burg u. Rheinpfalz					2	1				3	15,3
Elbe-Saale	137		39	4	827	23	29	84	8	1151	87,1
Deutschland	471	31	290	13	4.264	1.145	122	868	32	7.236	40,9
Sortenanteil in %	2,7	0,2	1,6	0,1	24,1	6,5	0,7	4,9	0,2		

Sortenveränderung in Deutschland

2006 ha	550	32	331	20	4.387	1.178	147	214	31	6.890	40,1
2007 ha	471	31	290	13	4.264	1.145	122	868	32	7.236	40,9
Veränderung in ha	- 79	- 1	- 41	- 7	- 123	- 33	- 25	+ 654	+ 1	- 346	

3.2 Ertragssituation im Jahre 2007

Die Hopfenernte 2007 in Deutschland beträgt schätzungsweise 32.138.870 kg (= 642.777 Ztr.) gegenüber 28.508.250 kg (= 570.165 Ztr.) im Jahre 2006. Die Erntemenge liegt damit um 3.630.620 kg (= 72.612 Zentner) über dem Vorjahresergebnis; dies bedeutet eine Steigerung um 12,7 %.

In Tabelle 3.5 sind die Hektarerträge und Relativzahlen in Deutschland dargestellt.

Tabelle 3.5: Hektarerträge und Relativzahlen in Deutschland

	2002	2003	2004	2005	2006	2007 ¹⁾
Ertrag Ztr./ha bzw. kg/ha	1758 kg (35,2 Ztr.)	1444 kg (28,9 Ztr.)	1900 kg (38,0 Ztr.)	2006 kg (40,1 Ztr.)	1660 kg (33,2 Ztr.)	1816 kg (36,3 Ztr.)
Relativ zu 100% (langj. Ø =35 Ztr.)	100,5	82,5	108,6	114,6	94,9	103,7
Anbaufläche in ha	18.352	17.563	17.476	17.179	17 170	17.698
Gesamternte in Ztr. bzw. kg	32.270.970 kg = 645.419 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.

¹⁾ vorläufig

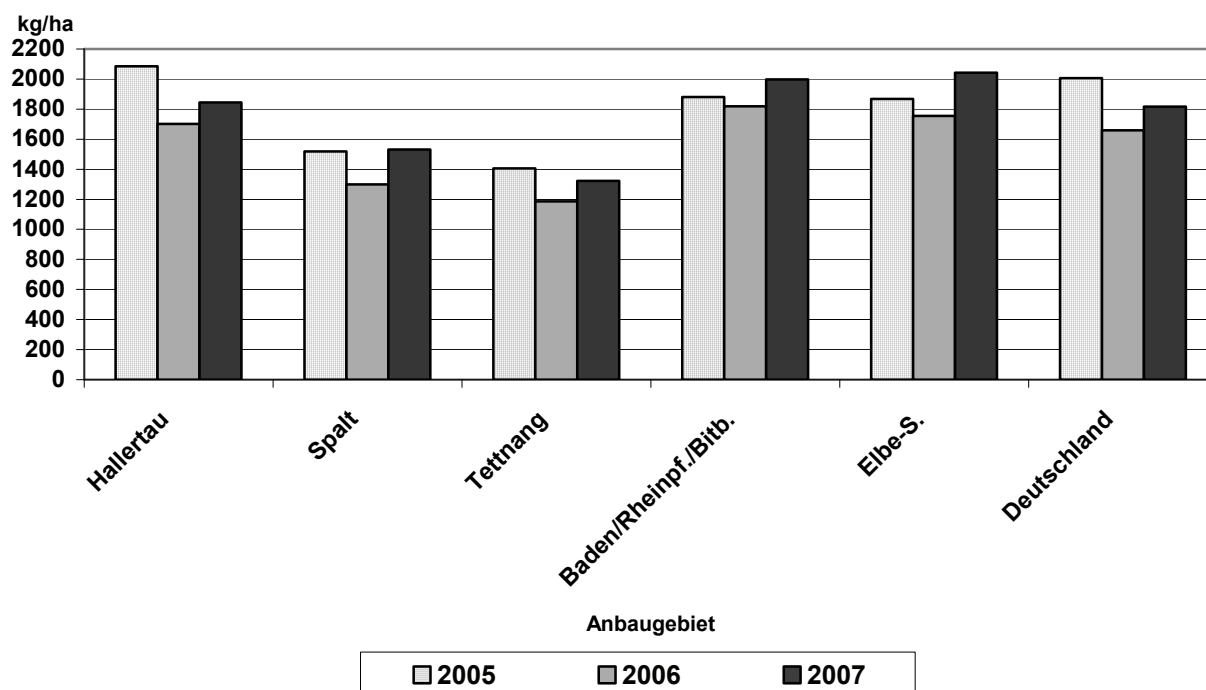


Abbildung 3.4: Durchschnittserträge der einzelnen Anbauggebiete in kg

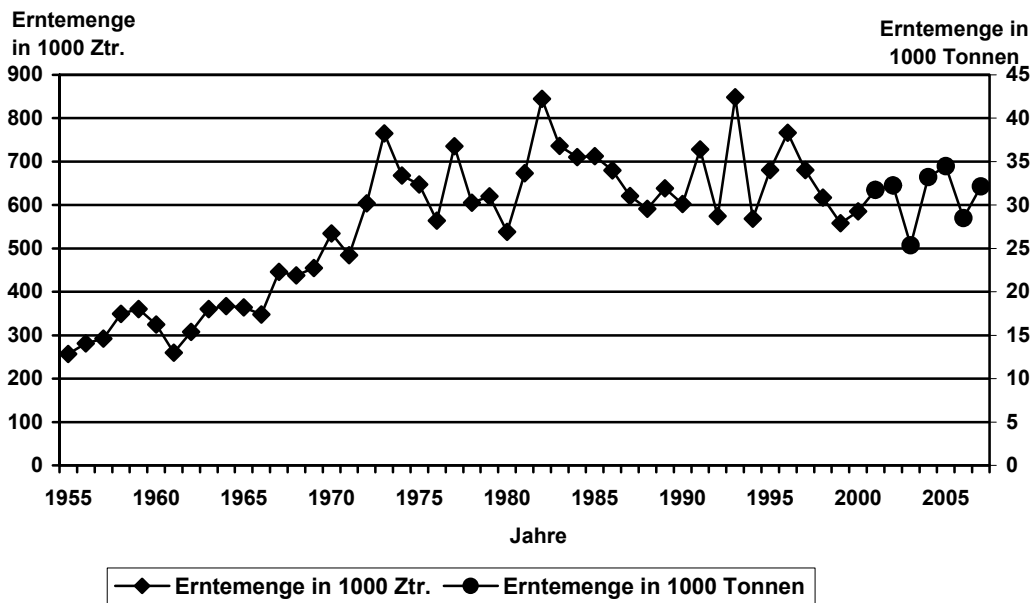


Abbildung 3.5: Erntemenge in Deutschland

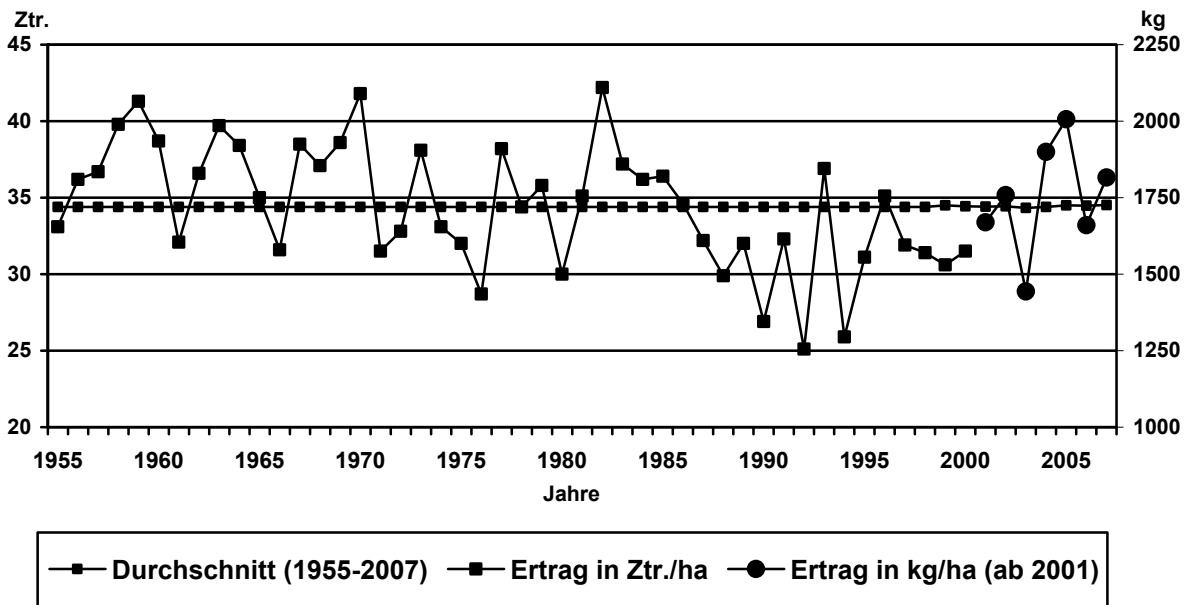


Abbildung 3.6: Durchschnittsertrag (Ztr. bzw. kg/ha) in Deutschland

Tabelle 3.6: Hektar-Erträge in den deutschen Anbaugebieten

Anbaugebiet	Erträge in Ztr./ha Gesamtfläche (ab 2001 in kg/ha)								
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007 ¹⁾
Hallertau	31,2	33,6	1724	1825	1462	1946	2084	1701	1844
Spalt	28,2	20,9	1298	1464	1131	1400	1518	1300	1532
Hersbruck	23,5	26,8	1233	1306	983	- *	- *	-*	- *
Tettngang	28,3	16,4	1212	1360	1216	1525	1405	1187	1323
Bad./Rheinpfl.	31,4	31,6	1445	1763	1936	1889	1881	1818	1998
Bitburg									
Elbe-Saale	27,3	30,0	1594	1576	1555	1895	1867	1754	2043
Ø Ertrag je ha									
Deutschland	30,6	31,5	1669 kg	1758 kg	1444 kg	1900 kg	2006 kg	1660 kg	1816 kg
Gesamternte									
Deutschland			31 739 t	32 271 t	25 356 t	33 208 t	34 467 t	28 508 t	32 139 t
(t bzw. Ztr.)	559 096	585 964	634 782	645 419	507 124	664 160	689 335	570 165	642 777
Anbaufläche									
Deutschland	18 299	18 598	19 020	18 352	17 563	17 476	17 179	17 170	17 698

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

¹⁾ vorläufig

Tabelle 3.7: Alpha-Säurenwerte der einzelnen Hopfensorten

Anbaugebiet/Sorte	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	5-jähr. Ø	10-jähr. Ø
Hallertau Hallertauer	4,7	4,1	4,9	4,6	4,6	3,1	4,3	4,4	2,4	3,9	3,6	4,1
Hallertau Hersbrucker	3,7	2,1	4,9	3,0	3,2	2,1	3,0	3,5	2,2	2,6	2,7	3,0
Hallertau Hall. Saphir							3,4	4,1	3,2	4,6		
Hallertau Opal										7,4		
Hallertau Smaragd										6,1		
Hallertau Perle	6,7	7,0	8,1	7,0	8,6	3,9	6,4	7,8	6,2	7,9	6,4	7,0
Hallertau Spalter Select	5,5	4,5	6,4	4,8	6,0	3,2	4,9	5,2	4,3	4,7	4,5	5,0
Hallertau Hall. Tradition	5,6	6,0	7,1	6,3	7,2	4,1	6,3	6,3	4,8	6,0	5,5	6,0
Hallertau North. Brewer	9,1	9,0	10,1	9,6	10,1	6,0	9,8	9,8	6,4	9,1	8,2	8,9
Hallertau Hall. Magnum	14,0	13,4	14,4	13,9	14,6	11,7	14,8	13,8	12,8	12,6	13,1	13,6
Hallertau Nugget	11,2	10,0	12,9	11,9	12,4	8,5	10,6	11,3	10,2	10,7	10,3	11,0
Hallertau Hall. Taurus	13,7	15,9	15,6	15,7	16,5	12,3	16,5	16,2	15,1	16,1	15,2	15,4
Hallertau Hall. Merkur							13,5	13,3	10,3	13,0		
Hallertau Herkules										16,1		
Tettngang Tettninger	4,0	3,8	4,9	4,4	4,6	2,6	4,7	4,5	2,2	4,0	3,6	4,0
Tettngang Hallertauer	4,3	4,2	4,8	4,5	4,8	3,1	5,0	4,8	2,6	4,3	4,0	4,2
Spalt Spalter	4,4	3,8	4,0	4,4	4,6	3,1	4,4	4,3	2,8	4,6	3,8	4,0
Elbe-Saale Hall. Magnum	12,4	12,2	14,0	13,9	13,9	10,2	14,0	14,4	12,4	13,3	12,9	13,1

Quelle: Arbeitsgruppe Hopfenanalyse (AHA)

4 Züchtungsforschung Hopfen

ORRin Dr. Elisabeth Seigner, Dipl. Biol.

4.1 Klassische Züchtung

Die Züchtung neuer Hopfensorten, die den Anforderungen und Wünschen der Hopfen- und Brauwirtschaft entsprechen, hat oberste Priorität. Eine sehr umfassende Sammlung von deutschen und ausländischen Hopfensorten, Zuchtstämmen und Wildhopfen aus aller Welt, die am Hopfenforschungszentrum bewertet und erhalten wird, stellt die Basis für die Züchtungsarbeiten dar. Seit einigen Jahren werden auch biotechnologische und genomanalytische Methoden unterstützend eingesetzt.

4.1.1 Kreuzungen 2007

2007 wurden insgesamt 99 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 2007

Zuchtrichtung kombiniert mit Resistenz / Toleranz gegen versch. Hopfenkrankheiten	Weitere Anforderungen	Anzahl der Kreuzungen
Aromatyp	keine	-
	neue Mehltaresistenzen aus Wildhopfen	35
	Niedrigerüsteignung	6
	Eignung zur Entwicklung von molekularen Markern	2
Hoch-Alphasäuren-Typ	keine	22
	neue Mehltaresistenzen aus Wildhopfen	12
	hoher Xanthohumolgehalt	3
	hoher Betasäuregehalt	2
	Niedrigerüsteignung	13
	Eignung zur Entwicklung von molekularen Markern	4

4.1.2 Züchtung von resistenten Hopfen mit besonderer Eignung für den Anbau in Niedrigerüstanlagen

Zielsetzung

Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, Hopfen zu züchten, die durch einen kürzeren Wuchs, breite Krankheitsresistenz und ausgezeichnete Brauqualität besonders geeignet sind, um wirtschaftlich erfolgreich auf Niedrigerüstanlagen angebaut zu werden. Bislang gibt es solche adaptierten Sorten noch nicht. Sie sind der noch fehlende Baustein, mit dem es gelingt, die Produktionskosten auf den 3 m hohen Gerüsten deutlich zu senken. Dies wird durch Senkung des Arbeitskräfteaufwands, geringere Kosten für die Gerüstanlagen und durch Einsparungen bei Dünge- und Pflanzenschutzmitteln erreicht. So könnte die Wettbewerbsfähigkeit von deutschem Hopfen auf dem Weltmarkt gesichert und entscheidend verbessert werden. Des Weiteren könnte mit diesem neuen Anbausystem die Umweltverträglichkeit des Hopfenanbaus gravierend verbessert werden, weil weniger Pflanzenschutz- und Düngemittel benötigt werden und Spritzmittel und Flüssigdünger zudem mit abdriftreduzierten Recycling-Tunnelspritzen ausgebracht werden können.

Ergebnisse

Sämlinge 2008 aus den Kreuzungen im Jahre 2007

Im Juni und Juli 2007 konnten im Rahmen des Projektes zum ersten Mal gezielte Kreuzungen durchgeführt werden, um kurzwüchsige Hopfen mit besonderer Eignung für die 3-Meteranlagen zu entwickeln. Insgesamt wurden 14 Kreuzungen durchgeführt: 6 Aromakreuzungen, 8 Bitterkreuzungen, davon 2 Kartierkreuzungen, um molekulare Marker für Zwergwuchs erarbeiten zu können. Darüber hinaus wurden bei drei interessanten und gut befruchteten Zwergstämmen, die in der Vegetationshalle offen bestäubt worden waren, die Dolden beerntet und Samen ausgedroschen.

Charakterisierung der Kreuzungseltern: Wuchs, Resistenz, Qualität der Inhaltsstoffe

Bei der Auswahl der Kreuzungseltern wurde insbesondere auf kürzeren Wuchs, Krankheitsresistenz und bei den Doldeninhaltsstoffen auf feine Aromabeurteilung bzw. hohe Bitterstoffgehalte geachtet.

Alle verwendeten Kreuzungsmütter weisen Zwergwuchs auf und zeigen - dies belegen mehrjährige chemische Analysen - ansprechende Aroma- bzw. Bitterstoffzusammensetzungen. Des Weiteren besitzen sie eine breite Mehлтаuresistenz wie mehrjährige Prüfungen im Gewächshaus unter künstlichen Infektionsbedingungen zeigen. Auch die von EpiLogic durchgeführten Blattresistenztests, wo auch nicht-heimische Mehltaurassen zur Testung eingesetzt werden, belegen dies. Dabei beruht die Krankheitsresistenz auf den Resistenzgenen *R1* und *R2*, die aus englischen Sorten stammen.

Alle bei den Kreuzungen verwendeten Väter wurden im Gewächshaus als mehлтаuresistent eingestuft. Sieben dieser männlichen Kreuzungseltern sind bereits in ihrer Mehлтаuresistenz gegenüber Mehлтаuisolaten aus England und den USA charakterisiert, was über den Blattresistenztest bei EpiLogic erfolgte. So steht fest, dass bei fünf Kreuzungen männliche Kreuzungspartner eingesetzt wurden, die eine vollständige Mehлтаuresistenz basierend auf den Wildhopfen WH18 bzw. WH127 aufweisen. Für die vier anderen Väter werden diese Untersuchungen erstmals 2008 durchgeführt.

Darüber hinaus zeigen alle zur Kreuzung eingesetzten männlichen Hopfen gute Wuchseigenschaften im Zuchtgarten in Freising.

Zwergwuchs wird polygen vererbt. In den Nachkommenschaften treten deshalb bei der „Wuchslänge“ von kurz bis lang alle Übergänge auf. Bei fünf Kreuzungen ist Zwergwuchs nicht nur bei den Müttern, sondern auch bei den Kreuzungsvätern festzustellen, daher wird erwartet, dass in diesen Nachkommenschaften die „Ausbeute“ an Sämlingen mit Zwergwuchseigenschaften deutlich steigt.

Männliche Kreuzungspartner, die in früheren Kreuzungen ein sehr hohes Alphasäuren-Vererbungspotential zeigten, wurden bei vier Kreuzungen genutzt.

Sämlinge 2004 – 2006

2007 wurden insgesamt 22 Sämlinge, die der jetzt angestrebten Zielrichtung „Zwergwuchs“ sehr nahe kommen, beerntet. Alle Sämlinge gehören zu den Bitterhopfen. Interessante Aromasämlinge konnten 2007 nicht selektiert werden. Von den Bittertyp-Sämlingen wurden neun mit Zwerg- oder Halb-Zwerg-Wuchstyp ausgewählt, die jetzt im Mai 2008 in der 3-Meteranlage im Betrieb von Herrn Mauermeier in Starzhausen ausgepflanzt werden sollen. Zurzeit werden sie auf Virusbefall getestet und virusfreies Material für den Niedrigerüstanbau vermehrt.

Sämlinge 2007

Bei 10 Kreuzungen (2x Aromatyp, 1x dualer Typ [Aroma- und zugleich Bitterhopfeneigenschaften], 7x Bittertyp) aus dem Jahre 2006 können Sämlinge mit Zwerg- bzw. Halb-Zwerg-Wuchstyp erwartet werden. Alle Kreuzungseltern besitzen eine breite Mehltairesistenz, die in den letzten Jahren im Gewächshaus wie auch im Labor über den Blattresistenztest bei EpiLogic nachgewiesen wurde. Aus den Samen der oben genannten Kreuzungen sind im Februar 2007 insgesamt mehr als 15.000 Sämlinge gekeimt und herangewachsen.

Testung auf Mehltau- und Peronospora- Resistenz/Toleranz

Nach künstlicher Inokulation der Sämlinge mit vier für die Hallertau typischen Mehltaurassen im Gewächshaus konnten je nach Kreuzungseltern zwischen 24 – 100 % der Sämlinge als mehltairesistent eingestuft werden. Letztlich wurden 2.800 mehltairesistente Sämlinge (im Durchschnitt 280 pro Kreuzung) Anfang März pikiert d.h. aus der Saatschale als Einzelpflanzen selektiert und in Töpfchen gepflanzt. Anfang April folgte die Testung auf Toleranz gegenüber Peronospora (*Pseudoperonospora humuli*). Dazu wurden die Sämlinge mit einer Pilzsporensuspension besprüht und nachfolgend bonitiert. Dabei zeigten sich große Unterschiede in der Anfälligkeit von mittel bis extrem stark.

Bonituren in der Vegetationshalle

Anfang Mai 2007 wurden 668 Sämlinge (je nach Peronosporaanfälligkeit und Wuchstyp [Länge der Internodien] zwischen 32 und 92 Sämlinge pro Kreuzung) in die Vegetationshalle ausgepflanzt. Generell war die Blattlausanfälligkeit nur gering. Im Laufe des Sommers wurde natürlicher Befall mit einer Mehltaurasse beobachtet, die das Resistenzgen *R1* brechen kann. In den meisten Kreuzungen wurde ein Teil der Sämlinge befallen. Pflanzen, die erhebliche Schwächen aufwiesen wie z. B. starken Befall mit Blattlaus und/oder Mehltau, Wurzelfäule bzw. keinem geeigneten Wuchstyp (Zwerg- oder Halbzweig) entsprachen, wurden bis zum Herbst gerodet. 53 Sämlinge

zeigten keine Blüten und so wurde ihr Geschlecht über molekulare Geschlechtsmarker festgestellt.

Auspflanzung der Sämlinge in die Hochgerüstanlage im Zuchtgarten

Im Herbst 2007 konnten schließlich insgesamt 46 männliche und 280 weibliche Sämlinge der zehn oben genannten Kreuzungen aus der Halle ins Freiland gepflanzt werden. Weitere 209 interessante Sämlinge fanden in der Vegetationshalle im Sommer 2007 keinen Platz mehr, weshalb sie im Freiland in Rohrbach aufgeschult wurden. Nach weiterer Selektion im Sommer (Peronospora, Blattlaus, Wuchstyp etc.) blieben von diesen schließlich 123 Sämlinge übrig. Sie wurden ebenfalls für die 3-jährige Sämlingsprüfung in den Zuchtgarten Hüll (7 m Gerüstanlage) gepflanzt. Bislang bildeten diese Pflanzen noch keine Blüten aus, ihr Geschlecht ist daher noch unbekannt.

Einschätzung der bislang zur Verfügung stehenden Zuchtstämme im Anbau auf Niedrigerüsten

In zwei Niedrigerüstanlagen, die zwischen 1993 und 2002 bei den FuE-Forschungsvorhaben genutzt wurden, werden zwischenzeitlich Zuchtstämme aus verschiedenen Züchtungsprogrammen, bei denen verkürzter Wuchs festgestellt wurde, angebaut.

Niedrigerüstanlage in Starzhausen des Hopfenbaubetriebes Mauermeier

Hier liegen insgesamt 29 Parzellen mit je 12 Pflanzen pro Parzelle vor. Neben den englischen Zwerghopfen und vier Hüller Hochgerüstsarten als Referenzsorten stehen 18 Zuchtstämme mit kürzerem Wuchs im Anbau. Die Anlage wird konventionell bewirtschaftet mit Schneiden und Anackern. Verzinkter Draht wird als Aufleitmaterial verwendet. Beerntet wurde an zwei Terminen : T1: 07.09.2007 und T2: 19.09.2007

Tabelle 4.2: NG-Starzhausen - Ernteergebnisse im Jahr 2007

Zuchtstamm/ Sorte	Richtung	Ertrag³ in g/Aufleitung	α-Säuren in %	β-Säuren in %	Cohumulon in %	Aroma 1-30
First Gold ¹	A	375	8,0	4,4	25,8	24
Herald ¹	A	204	12,8	5,1	29,0	19
Pioneer ¹	A	527	11,0	4,6	27,9	20
Perle ²	A	255	8,2	5,2	26,1	25
Hall. Magnum ²	B	177	13,8	6,6	28,1	22
Hall. Taurus ²	B	354	16,0	5,4	23,9	20
Herkules ²	B	442	16,4	5,8	32,6	20
99/097/702	B	310	5,8	4,3	22,9	24
99/097/706	B	382	5,1	4,9	32,2	21
99/097/725	B	352	13,7	5,9	29,5	21
2000/102/004	B	397	8,1	4,2	24,7	19
2000/102/005	B	469	13,8	5,6	25,9	21
2000/102/008	B	443	11,4	7,2	23,2	20
2000/102/012	B	439	13,1	5,6	29,7	20
2000/102/019	B	578	14,8	5,0	26,9	21
2000/102/032	B	444	15,0	6,3	29,2	21
2000/102/043	B	537	12,7	5,8	26,3	22
2000/102/054	B	505	14,4	5,1	28,9	20

Zuchtstamm/ Sorte	Richtung	Ertrag ³ in g/Aufleitung	α -Säuren in %	β -Säuren in %	Cohumulon in %	Aroma 1-30
2000/102/074	B	399	12,0	4,4	25,1	19
2000/102/791	B	535	17,8	6,0	26,0	19
2001/040/002	A	282	9,3	4,9	24,3	25
2001/045/702	A	279	5,8	6,0	22,4	26
2003/039/022	B	508	12,5	6,6	30,0	19
2004/098/010	A	344	9,9	4,7	27,5	26
2004/107/736	B	335	5,8	4,3	31,9	19

A= Aromatyp; B= Bittertyp; ¹= englische Zwerghopfen; ²= Hüller Hochgerüstsorten; Aromabewertung max. 30 Punkten bei besonders feinem Aroma; ³Ertrags- und chemische Analysen beziehen sich auf die Mittelwerte der beiden Erntetermine. Die Inhaltsstoffe wurden von IPZ 5d analysiert.

Niedrigerüstanlage in Pfaffenhofen des Hopfenbaubetriebes Schrag

Hier werden aktuell fünf Zuchtstämme mit kürzerem Wuchs in Reihen angebaut (194 Pflanzen/Reihe, 75 cm Pflanzabstand in der Reihe). Die Anlage wird wie in Starzhausen konventionell mit Schneiden und Anackern bewirtschaftet und auch verzinkter Draht als Aufleitmaterial verwendet. Die Ernte wurde am 19.09. durchgeführt.

Tabelle 4.3: NG-Pfaffenhofen - Ernteergebnisse im Jahr 2007

Zuchtstamm	Richtung	Ertrag in kg/ha	α -Säuren in %	β -Säuren in %	Cohumulon in %	Aroma 1-30
2000/102/005	B	834	15,9	6,5	28,7	23
2000/102/008	B	1419	12,6	6,2	25,5	20
2000/102/019	B	951	15,4	4,8	26,9	23
2000/102/032	B	804	15,5	6,3	31,5	21
2000/102/791	B	1194	17,0	5,8	28,1	17

A= Aromatyp; B= Bittertyp; Aromabewertung von max. 30 erreichbaren Punkten bei besonders feinem Aroma. Die Inhaltsstoffe wurden von IPZ 5d analysiert.

Im Bestand wurde ganzjährig starke Peronospora-Primärinfektion beobachtet, weshalb auch der Ertrag schätzungsweise um 10-20 % geringer ausfiel.

Bei der Ernte wurde die „technisch veralterte“ mobile Pflückmaschine eingesetzt, die für das zwischen 1993 und 2002 laufende FuE-Projekt bereits beschafft worden war. Dabei wird der Hopfen nur unzureichend abgepflückt und ein Teil des Pflückgutes durch die Abdeckung auf den Boden fällt und verloren geht. Dies führt zu etwa 15 - 20 % Ernteverlust.

Einschätzung der bislang zur Verfügung stehenden Zuchtstämme im Anbau auf Niedrigerüsten

Ein großer Teil der im Anbau auf 3-Meteranlagen stehenden Sämlinge aus früheren Kreuzungen mit deutlich verkürztem Wuchs oder weniger üppigem Wachstum stammen aus Kreuzungen mit der englischen Zwergsorte „Pioneer“. Sie weisen teilweise recht gute Alphasäurenwerte auf, zeigen sich jedoch wie ihre Mutter stark anfällig gegenüber der Hopfen-Peronospora. Herkömmliche Sorten wie die Hochalphasorte „Hallertauer Taurus“ oder die Aromasorte „Perle“, die auf Niedrigerüsten angebaut werden, lassen die Schwächen von Hopfensorten erkennen, die auf dieses Anbausystem nicht angepasst sind: üppiges Wachstum mit starker Kopfbil-

dung, wobei weiterwachsende Reben über den Draht wieder nach unten wachsen und so die Blüten- und spätere Doldenbildung im Inneren der überaus dicken Rebe behindern, was zu einer drastischen Reduktion des Ertrags auf 40-60 % gegenüber Hochgerüsten führt. Die als Referenzsorten eingesetzten englischen Zwerghopfen liefern in den 3-Meteranlagen zwar bessere Erträge, kommen jedoch aufgrund ihrer Krankheitsanfälligkeit gegenüber *Peronospora* und ihrem geringen Brauwert für den deutschen Anbau nicht in Frage.

Die Notwendigkeit eines speziellen Züchtungsprogramms, in dem für Niedrigerüste adaptierte Hopfen mit breiter Krankheitsresistenz und ansprechender Brauqualität entwickelt werden, wird durch diese Ergebnisse untermauert. Im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung wird daher dieses Forschungsvorhaben seit April 2007 aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) gefördert.

4.2 Genomanalyse und Biotechnologie bei Hopfen

4.2.1 Entwicklung von molekularen Selektionsmarkern für Mehлтаuresistenz

Zielsetzung

Echter Mehltau bei Hopfen, hervorgerufen durch *Podosphaera macularis*, führt weltweit zu drastischen Ertrags- und Qualitätseinbußen. Ziel des zugrundeliegenden Projektes der Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft war die Entwicklung funktioneller, genetischer Marker zur Unterstützung der Mehлтаuresistenzzüchtung, um frühzeitig und sicher resistentes Zuchtmaterial selektieren zu können. Der Schwerpunkt dieses Forschungsprojektes lag dabei auf der *R2*-Mehлтаuresistenz der englischen Sorte „Wye Target“. Zum einen widersteht dieses Resistenzgen bislang dem gesamten für Deutschland repräsentativen Mehлтаurassenspektrum und verspricht somit einen langfristigen Schutz. Zum anderen ist dieses *R*-Gen bereits seit ca. 20 Jahren im Hüller Zuchtmaterial verankert.

Methode

Anhand von mehлтаuresistenten („Wye Target“) und hochanfälligen („Northern Brewer“) Hopfenpflanzen wurde eine Expressionsanalyse (differential display) durchgeführt. In verschiedenen Versuchsreihen wurden die Pflanzen mit speziellen Mehltaurassen inokuliert und zu definierten Zeitpunkten (0h, 4h, 6h, 24h und 5 Tage) Blattmaterial geerntet und in flüssigem Stickstoff schockgefroren. Über eine anschließende RNA-Isolation aus den Blattproben konnten die in den Pflanzen zu den verschiedenen Erntezeitpunkten aktiven (= angeschaltete) Gene „fixiert“ und in einem direkten Vergleich resistente und anfällige Proben miteinander in Form von Expressionsprofilen als polymorphe cDNA-AFLP-Fragmente dargestellt werden.

Ergebnis

Im Zuge der durchgeführten Expressionsanalysen konnten differentiell exprimierte cDNA-Fragmente identifiziert werden, die speziell zu bestimmten Zeitpunkten (4h-24h) nach Beimpfung der mehлтаuresistenten Sorte „Wye Target“ mit einem avirulenten Mehltauisolat (Buch 10) auftraten (Abbildung 4.1). Die Tatsache dass diese Fragmente nach Inokulation von „Wye Target“ mit einem virulenten Isolat (E 10) bzw. bei der hochanfälligen Sorte „Northern Brewer“ nicht erscheinen, belegt die Vermutung,

dass diese Banden wirklich als Antwort der Pflanze auf eine erfolgreiche Pilzabwehr auftreten. Auch eine anschließende Klonierung, Sequenzierung und Datenbankrecherche zweier cDNA-Fragmente (175bp und 270bp) einer infizierten „Wye Target“ *in vitro*-Pflanze konnte diese Vermutung bestätigen. Es konnten Homologien (Tabelle 4.4) zu bereits publizierten Resistenzgenen von Apfel, Gerste, Pappel, Soja und Wein festgestellt werden. Gegenwärtig werden spezifische Primer für diese Fragmente entwickelt, um diese nachfolgend mit genomischer DNA am Zuchtmaterial zu testen und zu validieren.

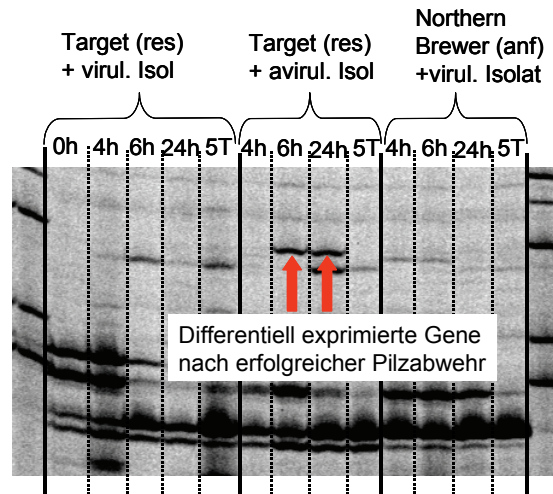


Abbildung 4.1: Expressionsmuster nach künstlicher Mehltauinfektion

Tabelle 4.4: Homologie (in %) des identifizierten Hopfengens zu Resistenzgenen anderer Fruchtarten

	Gerste	Apfel	Pappel	Wein	Soja	Hopfen
Gerste	100	40	30	31	35	41
Apfel		100	37	38	34	39
Pappel			100	81	41	50
Wein				100	40	49
Soja					100	89
Hopfen						100

4.2.2 Gentransfer bei Hopfen zur Verbesserung der Pilzresistenz

Zielsetzung

Ziel des weitergeführten Forschungsvorhabens war die Übertragung von Resistenz-Genen in Hopfensorten und damit die Ausprägung einer verbesserten Toleranz gegenüber pilzlichen Pathogenen.

Methode

Resistenzgene wurden mittels PCR aus Pflanzen und Bodenbakterien isoliert und in diverse Vektoren kloniert. Über Agrobakterien konnten mehrere Resistenzgen-Konstrukte in den Hopfen übertragen werden. Des Weiteren wurden Versuche zur Optimierung der *in vitro*-Kultur von transgenen und nicht transgenen Hopfen durchgeführt.

Ergebnisse

Nach der erfolgreichen Erarbeitung und Etablierung eines effektiven Transformationsprotokolls für Hopfen war es das Ziel des weitergeführten Forschungsvorhabens, vermutete Resistenzgene aus Hopfen, Tomate und einem Bodenbakterium zu isolieren und die verschiedenen Genkonstrukte mittels Agro-bakterien in das Hopfengenom einzubauen. Dadurch sollte die Widerstandsfähigkeit gegenüber Echtem Mehltau bzw. *Verticillium* verbessert werden.

Für 15 Pflanzen der Hopfensorte „Saazer“ und für drei „Hallertauer Mittelfrüher“-Pflanzen konnte nach der Transformation mit einer hopfeneigenen Chitinase *HCHI* und nachfolgender Regeneration auf Kanamycin-haltigem Medium über PCR (Polymerase-Ketten-Reaktion), RT-PCR (Reverse-Transkriptase-PCR) und mikrobiologische Tests die stabile Integration und die Expression des Gens bestätigt werden. Im Labor konnte bei einigen dieser transgenen Pflanzen eine erhöhte Resistenz gegenüber Echtem Mehltau nachgewiesen werden (Miele und Seigner, 2007).

Des Weiteren wurden „Saazer“- und „Hallertauer Mittelfrüher“-Pflanzen mit drei verschiedenen bakteriellen Chitinase-(*chi*)-Konstrukten erfolgreich transformiert. Die ersten regenerierten Pflanzen der Sorte „Hallertauer Mfr.“ aus Transformationen mit dem *chi-C-Gen* konnten bereits als stabil transgene Pflanzen verifiziert werden. Die meisten Regenerate aus den verschiedenen Transformationsansätzen mit den verschiedenen *chi*-Konstrukten (*chi I*, *chi III*, *chi C* und Kombinationen aus *chi I/chi III* und *chi I/chi C*) werden erst im Frühjahr 2008 erwartet. Für diese Pflanzen müssen der stabile Einbau und die Aktivität des neuen Gens erst noch bestätigt werden. Danach kann über den Blatt-Resistenztest im Labor geprüft werden, ob die bakteriellen *chi*-Gene zum Schutz vor Echtem Mehltaubefall beitragen können.

Ein entscheidender Fortschritt, der innerhalb dieses Projektes erreicht wurde, ist die erfolgreiche Regeneration von stabil transgenen Pflanzen der Sorte „Hallertauer Mittelfrüher“. Damit ist es erstmals weltweit gelungen, eine Hopfensorte außerhalb des „Saazer-Formenkreises“ zu transformieren.

Literatur

Miehle, H. and Seigner, E. (2007): Production of powdery mildew resistant hops via gene transfer. In: Seigner E (Ed.), Proceedings of the Scientific Commission, International Hop Growers' Convention (IHGC), 24-28 June 2007, Tettang, 78-81. ISSN: 1814-2192

5 Hopfenbau, Produktionstechnik

LOR Johann Portner, Dipl. Ing. agr.

5.1 N_{\min} -Untersuchung 2007

Die Stickstoffdüngung nach DSN (N_{\min}) ist in der Praxis eingeführt und zu einem festen Bestandteil der Düngeplanung geworden. Im Jahr 2007 wurden in Bayern 3668 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 2007 10 kg höher als im Vorjahr und im Vergleich der letzten 10 Jahre (88 kg) leicht erhöht. Grund dafür waren die niedrigeren Erträge der Ernte 2006 mit geringeren Entzügen, der trockene Herbst und Winter mit niedrigeren Auswaschungsverlusten und der warme Winter mit höheren Mineralisierungsraten.

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.

Hinsichtlich der Berechnung des N-Düngebedarfs und der Düngeempfehlungen gab es gegenüber den Vorjahren keine Veränderungen.

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

Jahr	Anzahl der Proben	N_{\min} kg N/ha	Düngeempfehlung kg N/ha
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

In der Tabelle 5.2 ist für die bayerischen Anbauggebiete auf der Basis der Landkreise die Zahl der untersuchten Hopfengärten, der durchschnittliche N_{\min} -Wert, sowie die daraus errechnete durchschnittliche Stickstoffdüngempfehlung zusammengestellt. Festzustellen ist, dass der Landkreis Eichstätt die höchsten und der Landkreis Landshut sowie das frühere Anbauggebiet Hersbruck die niedrigsten N_{\min} -Werte aufwiesen. Entsprechend umgekehrt verhalten sich die Stickstoffdüngempfehlungen.

Tabelle 5.2: Zahl, durchschnittliche N_{\min} -Gehalte und Düngempfehlungen der Hopfengärten nach Landkreisen bzw. Anbaugebieten in Bayern 2007

Landkreis bzw. Anbaugebiet	Probenzahl	N_{\min} kg N/ha	Düngempfehlung kg N/ha
Eichstätt	188	111	129
Pfaffenhofen	1212	100	136
Freising	369	96	139
Kelheim	1510	92	143
Landshut	222	69	157
Hersbruck	41	69	146
Hallertau	3542	95	140
Spalt	126	81	144
Bayern	3668	94	140

In Tabelle 5.3 sind die Werte nach Sorten aufgelistet.

Tabelle 5.3: Zahl, durchschnittliche N_{\min} -Gehalte und Düngempfehlung bei verschiedenen Hopfensorten in Bayern 2007

Sorte	Probenzahl	N_{\min} kg N/ha	Düngempfehlung kg N/ha
Brewers Gold	10	73	161
Herkules	81	84	158
Nugget	64	81	155
Hall. Magnum	791	83	152
Hall. Taurus	343	94	144
Hallertauer Mfr.	506	80	144
Hall. Merkur	18	90	143
Hersbrucker Spät	174	95	141
Perle	682	104	133
Spalter Select	214	103	132
Spalter	36	89	132
Hall. Tradition	610	106	131
Saphir	38	110	126
Northern Brewer	84	114	119
Sonstige	17	78	157
Bayern	3668	94	140

5.2 Düngungsversuch zur Mobilisierung der im Boden vorhandenen Nährstoffe mit den Bodenhilfsstoffen Agrovit und Litho KR

Mit den „Bodenaktivatoren“ Agrovit und Litho KR sollte an zwei Standorten mit den Sorten Perle und Hallertauer Mittelfrüher vierjährig untersucht werden, wie sich die Impfung des Bodens vor Beginn des Versuches für den gesamten Versuchszeitraum auf den Ertrag und die Alphasäurebildung im Vergleich zu den praxisüblichen Parzellen auswirkt.

Die Versuche werden mit den zweijährigen Ergebnissen bereits beendet, da der Ertragsabfall an beiden Standorten gravierend war.

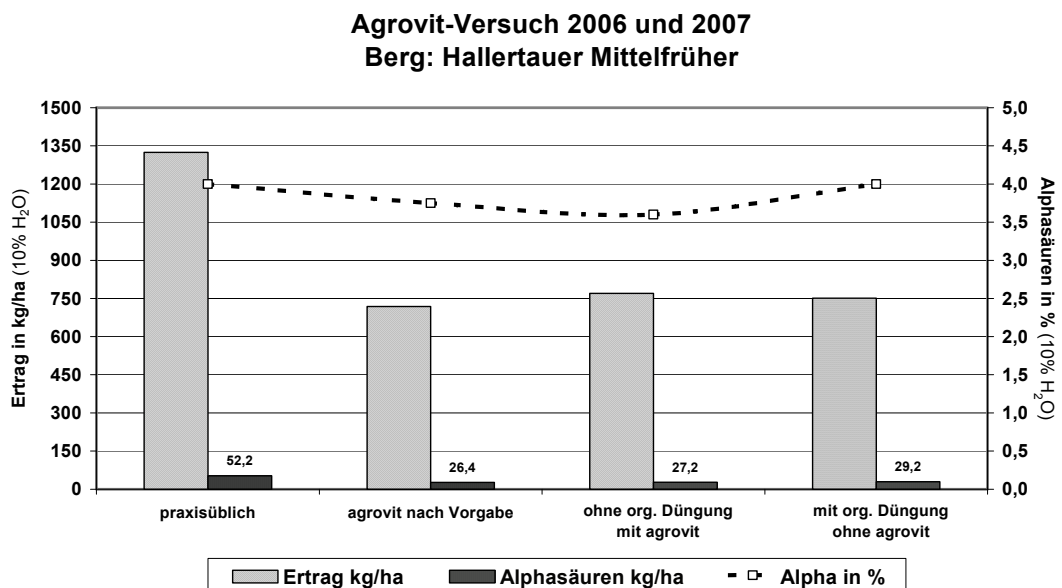
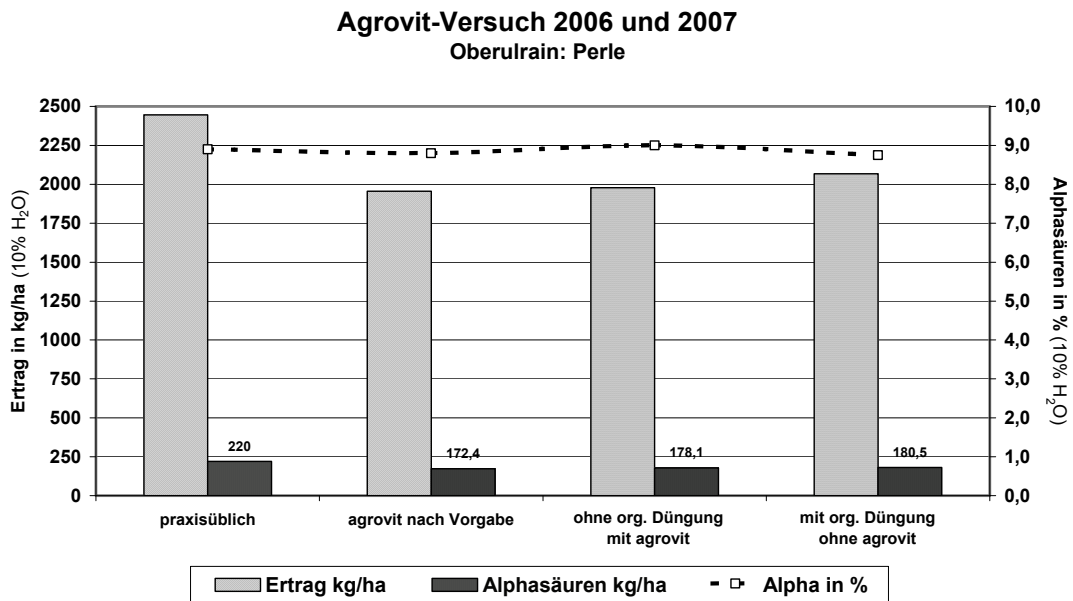


Abbildung 5.1 und 5.2: Erträge in kg/ha Trockenhopfen, Alphasäuren in % und in kg/ha

Methoden

Die Versuche wurden jeweils mit vier Behandlungsstufen angelegt, weil nur dadurch die Wirkung der Bodenimpfungsvorgaben nachvollziehbar wurden.

Faktoren:

- 1 = Praxisübliche Bewirtschaftung
- 2 = Agrovit, Litho KR und organische Düngung nach Vorgabe der Vertreiberfirma
- 3 = Ohne organische Düngung, mit Agrovit und Litho KR
- 4 = Mit organischer Düngung, ohne Agrovit und Litho KR

Nach den Vorgaben des Vertreibers ist die Impfung mit Agrovit und Litho KR nur erfolgreich, wenn diese Stoffe in Verbindung mit organischen Düngern jedweder Art ausgebracht werden.

Auf der Basis einer firmeninternen Bodenuntersuchung waren im Herbst 2005 je Stock 1,5 kg organischer Dünger auf ein schmales Band links und rechts der Stockreihen auszubringen. Auf dieses Band mussten am Standort:

- Oberulrain, Sorte Perle: 40 g Agrovit und 40 g Litho KR je Stock gestreut werden. Im Frühjahr 2006 ergänzt mit 40 g Monokaliumphosphat und 20 g Agrovit je Stock in einem schmalen Band auf die Schnittfläche der Stockreihe.
- Berg, Sorte Hallertauer Mfr.: 30 g Agrovit und 40 g Litho KR je Stock. Im Frühjahr 2006 ergänzt mit 50 g Monokaliumphosphat und 20 g Agrovit je Stock wie oben beschrieben.

Mit dieser Impfung des Bodens ist für vier Jahre keine Nährstoffzufuhr von N, P, K und Mg mehr nötig, da nach Aussage des Vertreibers die Aktivierung von bisher nicht verfügbaren mineralischen Nährstoffen angeregt wird. Die Kosten der Impfung liegen in der Größenordnung der praxisüblichen mineralischen Düngung auf der Grundlage der bewährten Bodenuntersuchungsmethoden für vier Jahre.

Nach dem Hinweis der LfL auf Stickstoffmangelerscheinungen in den nicht praxisüblich bewirtschafteten Parzellen bereits im ersten Versuchsjahr 2006, wurde vom Vertreiber noch um eine N-Düngung Ende Juni bis Anfang Juli mit 26 kg N/ha in Form von Ammonsulfatsalpeter je Versuchsjahr gebeten.

Ergebnisse

Der Ertragsabfall der Agrovitvariante nach Vorgabe, gegenüber den praxisüblich gedüngten Parzellen ist an beiden Standorten hoch signifikant, während die Alphasäuregehalte keine signifikante Abweichung aufweisen.

Die Sorte Perle, Bodenart Sand, wies 2006 einen Ertragsrückgang um 8,8 % und 2007 um 28,7 % auf.

Die Sorte Hallertauer Mfr., Bodenart schluffiger Lehm, reagierte 2006 mit einem Ertragsrückgang um 40,2 % und 2007 um 52,2 %. Die Faktoren drei und vier reagierten identisch, so dass der Einfluss von Agrovit und Litho KR als „Bodenaktivator“ an beiden Standorten nicht erkennbar war.

Die Pflanzen zeigten einen massiven Stickstoffmangel, der zu einer mangelhaften Ausbildung von Seitentrieben und dadurch zu einer Reduzierung der Nodien zur Ertragsbildung führte.

5.3 Ermittlung des optimalen Erntezeitpunktes bei der Sorte Saphir

Der optimale Erntezeitpunkt ist wichtig für einen hohen Ertrag und eine gute Qualität. Bei zu früher Ernte wird Ertrag verschwendet und der Stock geschwächt. Bei zu später Ernte leidet u.a. die äußere Qualität und das Aroma. Die letzt genannten Merkmale sind gerade bei den Aromasorten von größter Bedeutung.

Um den optimalen Erntezeitpunkt zu ermitteln, wurden aus einem Praxisgarten im Abstand von 3-4 Tagen in vierfacher Wiederholung je 20 Aufleitungen geerntet. Die Beerntung erfolgte bei der Sorte Saphir zu fünf verschiedenen Terminen über einen Zeitraum von 2 Wochen. Ausgewertet wurden die Parameter Ertrag, Alpha-säuregehalt, Aroma und äußere Qualität (Pflücke, Farbe und Glanz, Zapfenwuchs und Mängel).

Der Erntezeitversuch wurde in den Jahren 2004-2007 am Standort Kreithof in der Nähe von Rohrbach durchgeführt. Es handelt sich hierbei um einen tiefgründigen Sandboden mit guter Wasserversorgung. Aus Tabelle 5.4 sind die Erntetermine der verschiedenen Jahre ersichtlich.

Tabelle 5.4: Termin des Erntezeitversuches bei Saphir, Kreithof 2004-2007

Termin	2004	2005	2006	2007
T 1	23.08.	25.08.	24.08.	23.08.
T 2	26.08.	29.08.	28.08.	27.08.
T 3	30.08.	31.08.	31.08.	30.08.
T 4	2.09.	5.09.	4.09.	3.09.
T 5	6.09.	8.09.	7.09.	6.09.

Da die ersten drei Versuchsjahre witterungsbedingt zu einer Reifeverzögerung führten, wurde ein weiteres Versuchsjahr zur Abklärung des optimalen Pflückzeitpunktes angehängt.

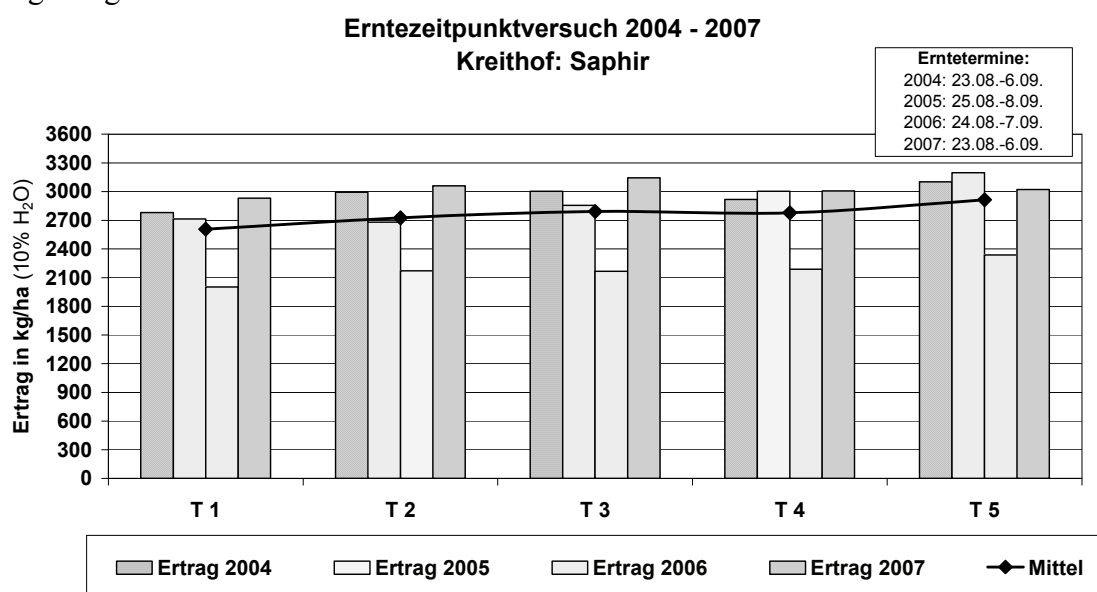


Abbildung 5.3: Ertragsverlauf Saphir 2004-2007

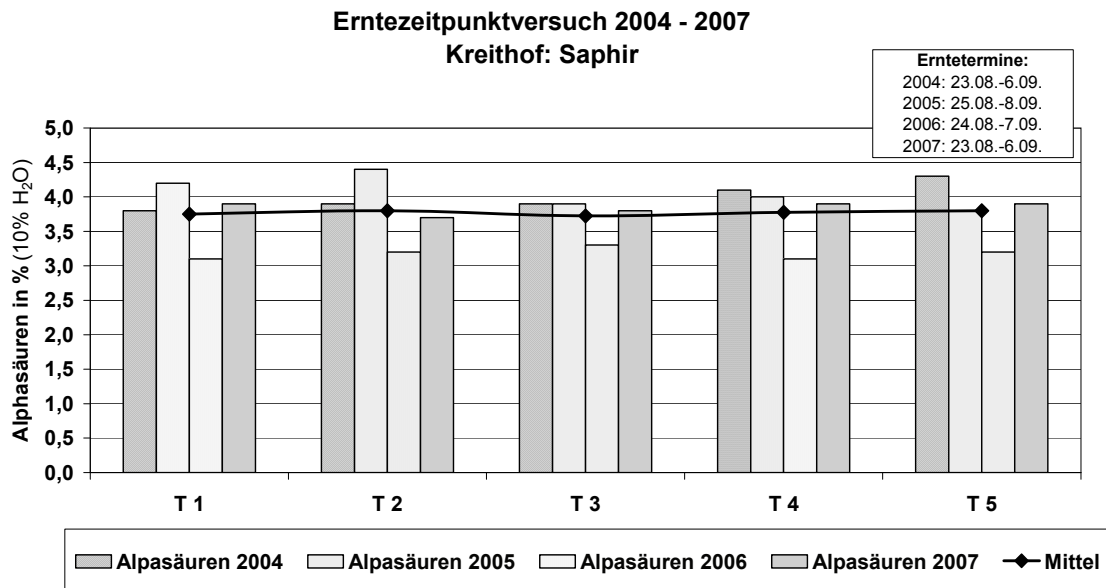


Abbildung 5.4: Alphasäuregehalt Saphir 2004-2007 (HPLC)

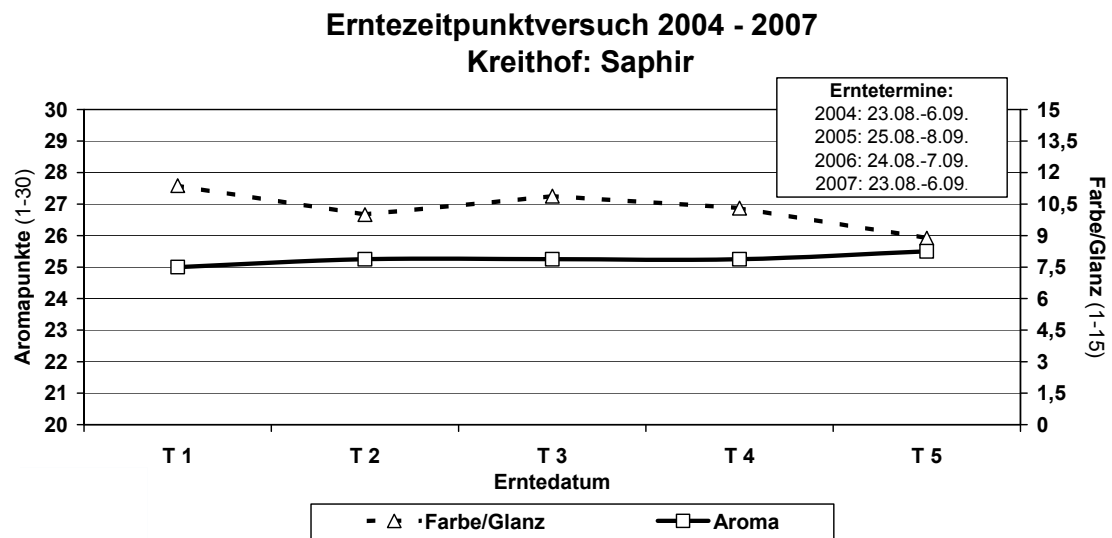


Abbildung 5.5: Bonitur auf Farbe/Glanz und Aroma, Saphir 2004-2007

Erntezeitpunktversuch 2004 - 2007 Kreithof: Saphir

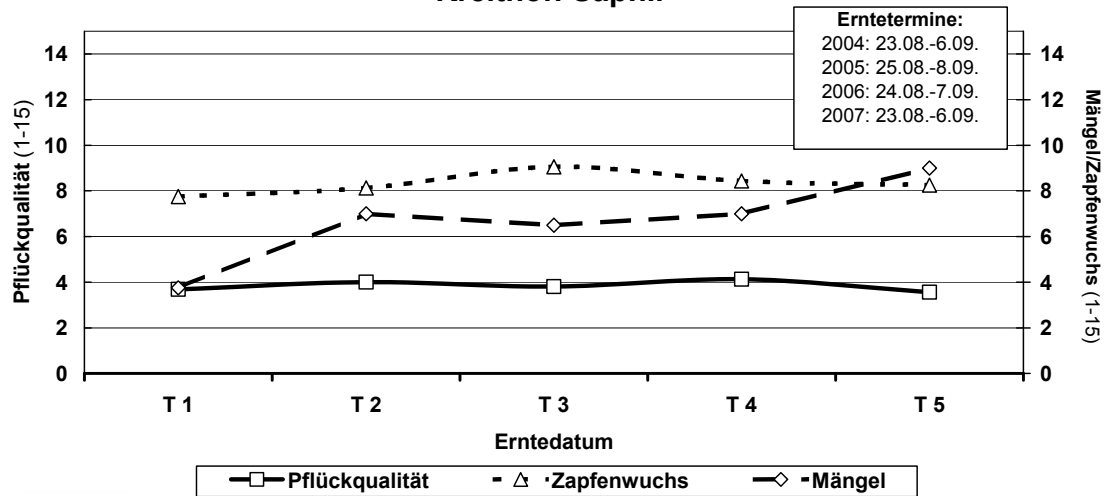


Abbildung 5.6: Bonitur Pflückqualität, Zapfenwuchs bzw. Mängel, Saphir 2004-2007

Vom ersten Erntetermin (T 1) bis zum dritten Erntetermin (T 3) ist beim Ertrag ein Zuwachs von ca. 200 kg zu verzeichnen. Das entspricht einem finanziellen Vorteil von rund 900 €/ha bei einer um sieben Tage späteren Ernte. Der weitere Ertragsanstieg bis T 5 geht mit einer geringen Verschlechterung der äußeren Qualität einher. Die statistische Verrechnung zeigt, dass der erste Erntezeitpunkt (T1) im Ertrag signifikant von den drei mittleren Erntezeitpunkten (T2-T4) nach unten abweicht, während der letzte Erntezeitpunkt (T5) signifikant höher liegt. Aroma und Alphasäuregehalte sind über alle fünf Erntetermine als sehr konstant zu beurteilen.

Als Kompromiss hinsichtlich der Erfordernisse des Marktes (Qualität und Aroma) sowie des Pflanzers (optimaler Ertrag und Erhaltung der Stockgesundheit) sind die mittleren Erntetermine T 3 und T 4 als optimal anzusehen. In normalen Jahren dürfte das zwischen dem 30. August und 5. September sein. Bei günstiger Witterung und anhaltend guter optischer Qualität ist durchaus auch der späte Erntetermin T5 noch möglich.

5.4 Prüfung alternativer Aufleitmaterialien

Zielsetzung

Alternativen zum Aufleitdraht aus Eisen werden immer wieder angeboten und wären aus verschiedenen Gründen wünschenswert:

- Vermeidung der sogenannten „Hopfenspikes“ bei der Rückführung von Rebenhäcksel
- Unabhängigkeit von ständig steigenden Energie- und Rohstoffkosten bei Stahl
- Erhöhung der Lebensdauer der Stacheldrähte durch nicht rostende, abbaubare Abrissreste
- Schonung sämtlicher Schneidwerkzeuge (Schneidgerät, Abreißgerät, Häcksler usw.)
- Abbaubare Aufleitmaterialien verrotten schneller und können zusammen mit dem Rebenhäcksel auch in Biogasanlagen eingesetzt werden

Chancen für den praktischen Einsatz in Hopfenbaubetrieben haben alternative Aufleitmaterialien aber nur, wenn die Anforderungen an Zugkraft, Dehn- und Reißfestigkeit über die ganze Vegetationsperiode hinweg mit dem eisernen Aufleitdraht vergleichbar sind.

Methode

Bereits im Jahr 2006 wurde in einem Tastversuch in einem Praxishopfungarten bei Rohrbach bei der Sorte Hall. Magnum an 2 Bifängen mit je 60 Aufleitungen die „Hopfenbioschnur“ von der Firma Beakert (Belgien) getestet. Diese reine Bioschnur (Variante A) ist aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt und biologisch abbaubar. Die Schnur besteht innen aus einer Naturfaser und hat außen eine Umhüllung mit kompostierbarem Material.

Im Jahr 2007 wurde der Versuch zusätzlich mit einer Weiterentwicklung der „Hopfenbioschnur“ fortgeführt, die einem feinen Innendraht aufwies (Variante B). Die Variante B wurde entwickelt, um die Reißfestigkeit zu erhöhen.

2007 erfolgte die Erprobung wieder bei der Sorte Magnum mit insgesamt 180 Aufleitungen. Die Schnüre wurden in beiden Versuchsjahren erst Anfang April aufgehängt.

Ergebnisse

Das Verknoten der Schnüre beim Aufhängen ist vom Zeitaufwand vergleichbar mit der Befestigung des Drahtes. Vorteilhaft erscheint dagegen das geringere Gewicht.

Das Einstecken der Schnur zum Stock (Variante A und B) ist mit einem geringfügig höheren Zeitaufwand (ca. 15 %) verbunden, weil sich die Schnüre durch ihr geringes Eigengewicht bei Wind leichter verheddern.

Erste Probleme waren ab Mitte Juli erkennbar. In der beginnenden Ausdoldungsphase begannen die ersten Schnüre sich auszudehnen, was ein Abreißen vom Stacheldraht zur Folge hatte. Die für Hopfenaufleitmaterial geforderte notwendige Bruchlast von mindestens 45 kp und die damit verbundene Mindestreißfestigkeit, welche zum Zeitpunkt des Aufhängens durchaus gegeben war, hatte nach 3-4 Monaten durch die wechselnden Witterungseinflüsse zu schnell abgenommen. Selbst bei nur mittelschweren Reben kam es zum gefürchteten „Herunterfallen“, wobei die in der Mitte des Hopfungarten angeordneten Versuchsreihen keinen extremen Windbelastungen standhalten mussten.

Wie die Ergebnisse in nachfolgender Tabelle zeigen, entspricht dieses uns von der Firma Beakert zur Verfügung gestellte Material in der jetzigen Zusammensetzung nicht den Anforderungen und ist für einen Praxiseinsatz im Hopfen nicht geeignet.

Tabelle 5.5: Anteil der abgerissenen Reben mit Bioschnur in den Versuchsvarianten

Jahr	Anzahl der Aufleitungen Variante A Bioschnur	Anzahl der Aufleitun- gen Variante B (verbesserte Bio- schnur)	abgerissene Reben in %
2006	100		58 %
2007	80		89 %
		100	78 %

Bei den heruntergefallenen Reben in % wurden auch diejenigen mitgezählt, welche mehrmals abgerissen sind. In der Praxisparzelle mit konventionellem Auflaufdraht (13 mm) betrug die Abreißquote in beiden Jahren unter 0,3 %.

5.5 Leistungssteigerung und Energieeinsparung bei Hordendarren durch optimale Luftführung

Die Luftgeschwindigkeit der Trocknungsluft beeinflusst die Trocknungsleistung

Das Einstellen der richtigen Luftgeschwindigkeit ist Voraussetzung für eine optimale Trocknungsleistung und hohe Energieeffizienz. Zu hohe Luftgeschwindigkeiten führen aufgrund der unterschiedlichen Lagerungsdichte des Hopfens zu einer ungleichmäßigen Trocknung und erhöhten Energieverbrauch, da die durchströmende Luft nicht ausreichend Zeit hat, Feuchtigkeit bis zur Sättigung aufzunehmen. Zu niedrige Luftgeschwindigkeiten dagegen verlängern die Trocknungszeit und verringern die Trocknungsleistung. Für das Einstellen der optimalen Trocknungsparameter neben Temperatur und Schütthöhe, ist die Kenntnis der jeweils aktuellen Luftgeschwindigkeit in m/s während der Trocknung unbedingt erforderlich.

Neue Methode zur Bestimmung der Luftgeschwindigkeit

In Hordendarren kann die Luftgeschwindigkeit über die Regulierung des Volumensstromes entweder durch die Veränderung des Querschnittes des Ansaugkanals oder über die Veränderung der Drehzahl des Gebläsemotors eingestellt werden. Aufgrund der sich während der Trocknung ständig ändernden Strömungsverhältnisse und der insgesamt niedrigen Luftgeschwindigkeiten war bisher eine direkte Messung der tatsächlichen Luftgeschwindigkeit in m/s in der Praxis nicht möglich. Deshalb wurde während der Ernte 2007 ein Verfahren entwickelt, das die durchschnittliche Luftgeschwindigkeit pro m² Darrfläche mittels einer thermodynamischen Formel berechnet. Mit Hilfe dieser Formel, in welcher ein Wirkungsgrad des Wärmetauschers des Lufterhitzers von 90 % angenommen wurde, kann über den Ölverbrauch und der Temperaturdifferenz zwischen Ansaug- und Trocknungsluft das erwärmte Luftvolumen in m³/s berechnet werden. Dividiert man diesen Wert durch die Darrfläche in m², erhält man die durchschnittliche Luftgeschwindigkeit in m/s. Diese Zusammenhänge wurden in einer Tabelle so zusammengestellt, dass die Luftgeschwindigkeit in m/s in Abhängigkeit vom Ölverbrauch und der Temperaturdifferenz zwischen Trocknungsluft und Ansaugluft abgelesen werden kann.

Ermittlung der Luftgeschwindigkeit über Ölverbrauch

In 10 Versuchsbetrieben wurden zur Messung des Ölverbrauchs in die Druckleitungen der Ölbrenner analoge oder digitale Öldurchflusszähler eingebaut. Zusätzlich wurde die Temperatur der zu erwärmenden Ansaugluft und der Trocknungsluft gemessen. In Trocknungsprotokollen wurden die Zeitpunkte des Befüllens der Aufschütthorde, die Kippzeitpunkte, das Entleeren des Schubers und die gemessenen Werte während der Trocknung dokumentiert. Dadurch wurde es möglich, die Luftgeschwindigkeit in m/s für definierte Trocknungsabschnitte vom Befüllen der Aufschütthorde bis zum Entleeren des Schubers mit Hilfe der Tabelle sofort zu ermitteln. Damit der Einfluss der Luftgeschwindigkeit auf die Trocknungsleistung festgestellt werden konnte, wurden in den Versuchen bei einheitlichen Temperaturen von 65 °C und Schütthöhen von 35-40 cm nur die Luftgeschwindigkeit verändert.

Maximale Trocknungsleistung durch optimalen Energieeinsatz

Die Luftgeschwindigkeit der Trocknungsluft hat einen großen Einfluss auf die Trocknungsleistung und den Heizölverbrauch. Aus den Trocknungsversuchen ergab sich eine optimale Luftgeschwindigkeit in der Aufschütthorde im Bereich von 0,38 m/s nach dem Befüllen bis 0,30 m/s zum Zeitpunkt des Kippens. Bei niedrigeren Luftgeschwindigkeiten verringerte sich der Luftdurchsatz der Trocknungsluft und somit die Trocknungsleistung. Überraschend war, dass sich die Trocknungsleistung bei Luftgeschwindigkeiten über 0,4 m/s ebenso verringerte, bei gleichzeitig deutlich höheren Heizölverbrauch. Mit Hilfe der Tabelle bekommt der Hopfenpflanzeerstermal ein Hilfsmittel an die Hand, mit dem er auf einfache Weise die durchschnittliche Luftgeschwindigkeit in m/s pro m² Darrfläche ermitteln und Korrekturen vornehmen kann. Stellt der Landwirt z.B. fest, dass die errechnete Luftgeschwindigkeit zu hoch ist, kann er die Gebläseleistung reduzieren oder den Hopfen beim nächsten Einleeren höher aufschütten. Umgekehrt kann er bei zu niedriger Luftgeschwindigkeit die Gebläseleistung erhöhen oder wenn das nicht mehr möglich ist, die Schütthöhe reduzieren. Damit wurde auch eine Methode entwickelt, mit der künftig eine automatische Trocknungssteuerung in der Lage ist, während des gesamten Trocknungsprozesses immer die jeweils optimale Luftgeschwindigkeit einzustellen.

Tabelle 5.6: Ermittlung der Luftgeschwindigkeit in m/s

Luftgeschwindigkeit in m/s																											
in Abhängigkeit von Ölverbrauch und Temperaturdifferenz zwischen Trocknungsluft und Ansaugluft																											
Temperaturdifferenz zwischen Trocknungsluft und Ansaugluft in °C	Ölverbrauch in l/h u. m ² Darrfläche																										
	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0						
20	0,37	0,40	0,44	0,48	0,51	0,55	0,59	0,62	0,66	0,70	0,73	0,77	0,81	0,84	0,88	0,92	0,95	0,99	1,03	1,06	1,10						
22	0,33	0,37	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,57	0,60	0,63	0,67	0,70	0,73	0,77	0,80	0,83	0,87	0,90	0,93	0,97	1,00						
24	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,67	0,70	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85	0,88	0,92						
26	0,28	0,31	0,34	0,37	0,39	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	0,56	0,59	0,62	0,65	0,68	0,70	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85						
28	0,26	0,29	0,31	0,34	0,37	0,39	0,42	0,44	0,47	0,50	0,52	0,55	0,58	0,60	0,63	0,65	0,68	0,71	0,73	0,76	0,78						
30	0,24	0,27	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,42	0,44	0,46	0,49	0,51	0,54	0,56	0,59	0,61	0,63	0,66	0,68	0,71	0,73						
32	0,23	0,25	0,27	0,30	0,32	0,34	0,37	0,39	0,41	0,43	0,46	0,48	0,50	0,53	0,55	0,57	0,60	0,62	0,64	0,66	0,69						
34	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,65						
36	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61						
38	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58						
40	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,49	0,51	0,53	0,55						
42	0,17	0,19	0,21	0,23	0,24	0,26	0,28	0,30	0,31	0,33	0,35	0,37	0,38	0,40	0,42	0,44	0,45	0,47	0,49	0,51	0,52						
44	0,17	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25	0,27	0,28	0,30	0,32	0,33	0,35	0,37	0,38	0,40	0,42	0,43	0,45	0,47	0,48	0,50						
46	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22	0,24	0,25	0,27	0,29	0,30	0,32	0,33	0,35	0,37	0,38	0,40	0,41	0,43	0,45	0,46	0,48						
48	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	0,29	0,31	0,32	0,34	0,35	0,37	0,38	0,40	0,41	0,43	0,44	0,46						
50	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22	0,23	0,25	0,26	0,28	0,29	0,31	0,32	0,34	0,35	0,37	0,38	0,40	0,41	0,42	0,44						
52	0,14	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,25	0,27	0,28	0,30	0,31	0,32	0,34	0,35	0,37	0,38	0,39	0,41	0,42						
54	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,24	0,26	0,27	0,28	0,30	0,31	0,33	0,34	0,35	0,37	0,38	0,39	0,41						
56	0,13	0,14	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22	0,24	0,25	0,26	0,27	0,29	0,30	0,31	0,33	0,34	0,35	0,37	0,38	0,39						
58	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,21	0,23	0,24	0,25	0,27	0,28	0,29	0,30	0,32	0,33	0,34	0,35	0,37	0,38						
60	0,12	0,13	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,27	0,28	0,29	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,37						

Quelle: Münsterer Jakob - Arbeitsbereich Hopfen - IPZ 5a Tel. 08442/957-400 Fax. 08442/957-402 Stand 2007

5.6 Sensortechnik für frühe Pflanzenschutzmittelapplikationen

Zielsetzung

Der Hopfen hat aufgrund des weiten Pflanzenabstandes (1,4 m bis 1,6 m) und der geringen Belaubung in den frühen Entwicklungsstadien große Bestandeslücken, die bei frühen Pflanzenschutzapplikationen enorme Wirkstoffverluste zur Folge haben. Durch den Einsatz von Sensoren, die die Blattflächen und damit die Pflanze erkennen, sollen eine zielgenaue Applikation ermöglicht und Pflanzenschutzmittelverluste reduziert werden. Ziel der Versuche war herauszufinden, welche Einsatzbereiche für diese Technik in Frage kommen. Des Weiteren sollte erforscht werden, welche Einsparpotentiale bestehen und wie diese auch aus ökonomischer Sicht zu bewerten sind.

Methode

Als Trägergerät für die Sensortechnik wurde ein Gebläsesprünger der Firma Wanner Typ 20/105/Z verwendet, das im Hopfenforschungszentrum Hüll bereits vorhanden war. Dazu wurden von der Landtechnikfirma Wallner in Wolnzach zwei V-förmige Gestänge an den Rahmen der Spritze angebaut. An dem vorderen Gestänge wurden die Sensoren, an dem hinteren die Ausgabeinheit befestigt. Diese setzt sich aus Magnetventilen, Membrantropfstopventilen und Schwenkabstelldüsenhaltern mit je einer TurboDrop-Düse zusammen. Die Sensortechnik und Steuerungstechnik wurde von der Firma Müller-Elektronik Salzkotten geliefert und installiert. Im ausgeklappten Zustand erreicht das Gestänge eine Höhe von 3,7 m, was ca. der halben Gerüsthöhe entspricht.

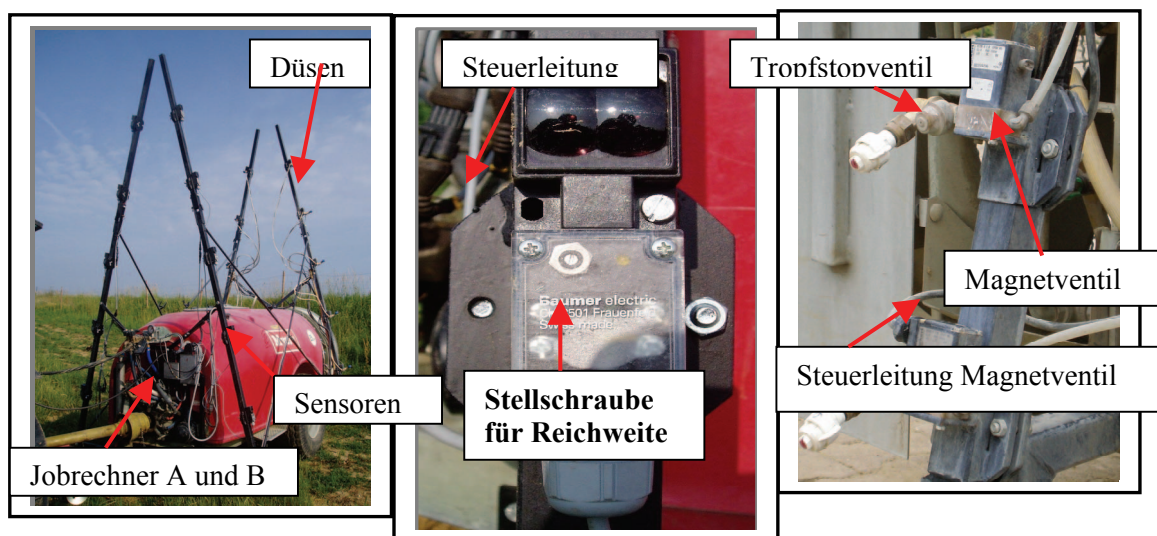


Abbildung 5.7: Übersicht Sensortechnik

Tabelle 5.7: Übersicht der Versuchsglieder

Einsatzbereich	Bekämpfung	Zeitpunkt	Ziel
Bis 1 m Wuchshöhe	Peronospora, Liebstöckelrüssler, Erdfloh	April, Mai	Mitteleinsparung
Bis halbe Gerüsthöhe	Mehltau, Peronospora, Blattlaus, Gemeine Spinnmilbe	Mai, Juni	Mitteleinsparung
Unkrautbekämpfung	Bewuchs auf Bifang und Hopfenputzen	August	Mitteleinsparung
Benetzungsversuch	-	Mai	Benetzungstest
Hochkonzentrierte Rebenbenetzung mit Wirkungsversuch	Blattlaus	Juni	Verminderung Abdrift, Wirkung

In der Tabelle sind die Versuchsglieder bzw. Einsatzbereiche beschrieben. Bei den ersten 3 Bereichen (bis 1 m Wuchshöhe, bis halbe Gerüsthöhe und Unkrautbekämpfung) stand die Höhe der Mitteleinsparung im Vordergrund.

Die Einsparungsrate in Prozent ergibt sich aus der Relation des Sprühverfahrens mit herkömmlicher Technik und dem durch die Sensortechnik reduzierten Brühverbrauchs.

$$\text{Einsparungsrate (\%)} = \frac{(\text{Verbrauch Gebläsespritze} - \text{Verbrauch Sensortechnik}) \times 100}{\text{Verbrauch Gebläsespritze}}$$

Im Benetzungsversuch sollte die Anlagerung der Spritzbrühe zwischen Sensortechnik und herkömmlicher Ausbringung mit der Gebläsespritze verglichen werden. Dazu wurde sowohl an die Blattoberseite (BOS) als auch an die Blattunterseite (BUS) wassersensitives Papier befestigt und die Benetzung anhand des Farbumschlags im Scanalyser prozentual ausgewertet.

Die Erprobung einer neuen Applikationstechnik als Ersatz für das Streichverfahren sollte mit der hochkonzentrierten Rebenbenetzung untersucht werden.

Um repräsentative Ergebnisse zu erzielen, wurden alle Varianten in dreifacher Wiederholung durchgeführt. Bei der Auswahl der Hopfenbestände war die Homogenität entscheidend.

Ergebnisse

Behandlung bis 1 m Wuchshöhe

Zu diesem Einsatzzeitpunkt wird in der Praxis die sogenannte Bandspritzung gegen Peronospora-Primärinfektion und/oder eine Bekämpfung des Liebstöckelrüssler bzw. Erdfloh durchgeführt. Die Wirkstoffkosten belaufen sich für diese Behandlungen auf ca. 60 €/ha.

Bei der Sensorspritze war es ausreichend, wenn beidseitig je zwei Düsen aktiviert wurden. Anhand dieser Anordnung war es möglich ein Band von ca. 1 m Höhe zu benetzen.

Durch den Einsatz der Sensortechnik wurde im Durchschnitt 39 % Brühmenge eingespart.

Behandlung bis halbe Gerüsthöhe

Durch die Begrenzung der Bauhöhe der Sensortechnik ist ein Einsatz nur bis halbe Gerüsthöhe möglich. Außerdem kann zu diesem Zeitpunkt noch ohne Gebläseunterstützung gearbeitet werden.

Erfahrungsgemäß treten in diesem Zeitraum folgende Behandlungshäufigkeiten auf. Es ist mit jeweils einer Behandlung gegen Peronospora-Sekundärinfektion und Echter Mehltau und mit 0,25 Behandlungen gegen Blattlaus und Gemeine Spinnmilbe zu rechnen, da nicht in jedem Vegetationsjahr diese Schädlinge bereits so frühzeitig bekämpft werden müssen.

Daraus errechnen sich Wirkstoffkosten von ca. 205 €/ha.

Bei der Behandlung mit Sensortechnik konnte in diesem Einsatzbereich eine durchschnittliche Einsparungsrate von 43 % erreicht werden.

Unkrautbekämpfung

Bei der Unkrautbekämpfung werden in der Praxis ebenfalls Bandspritzungen mit 2 Düsen je Seite durchgeführt, aus denen Wirkstoffkosten von ca. 29 €/ha entstehen.

Es konnte nur eine geringe Einsparungsrate von 15 % ermittelt werden, da zu diesem Zeitpunkt die Zwischenräume der einzelnen Aufleitungen und somit die Abschaltintervalle sehr klein sind und die untere Düse zur Benetzung des Bifangs permanent spritzte.

Benetzungsversuch

In diesem Versuch sollte geprüft werden, ob die Benetzung der Sensorspritze mit dem praxisüblichen Verfahren hinsichtlich der Beläge vergleichbar ist.

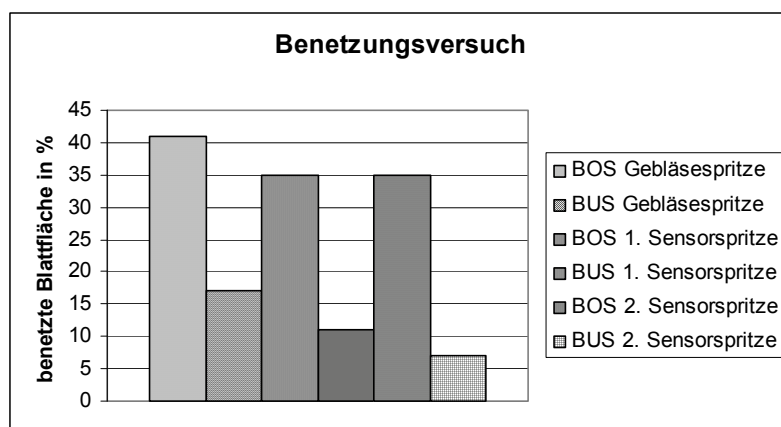


Abbildung 5.8: Benetzungsversuch

In beiden Versuchsdurchgängen war die Benetzung mit der Sensortechnik sowohl auf BOS als auch auf BUS schlechter als mit der praxisüblichen Gebläsespritze. Ob dies Auswirkungen auf die Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln hat, muss in exakten Wirkungsversuchen noch getestet werden.

Hochkonzentrierte Rebenbenetzung

In einem Blattlausversuch der amtlichen Mittelprüfung wurde die Sensortechnik zum Besprühen der entlaubten Rebenbasis als Alternative zum Streichverfahren getestet. Als Mittel kam Teppeki (Flonicamid) zum Einsatz. In der Vergleichsparzelle wurde das systemische Teppeki angestrichen. Die Bonituren wurden nach der guten experimentellen Praxis durchgeführt. Bei diesem Wirkungsversuch stand nicht die Mitteleinsparung im Vordergrund, sondern es sollte ein neues anwenderfreundliches Applikationsverfahren entwickelt werden. In allen Versuchsgliedern der Sensortechnik konnte keine ausreichende Wirkung gegenüber der Blattlaus erreicht werden.

Man kann davon ausgehen, dass mit dieser Applikationstechnik zu wenig Wirkstoff an die Rebenbasis gebracht wird. Im Gegensatz dazu wurden mit dem konventionellen Streichverfahren gute Bekämpfungserfolge mit Teppeki erzielt. Die Auswertung des Versuches ergab, dass die Sensortechnik für diesen Einsatzbereich ungeeignet ist.

Ökonomische Betrachtung

Hier werden die Anschaffungskosten der Sensortechnik und die daraus resultierenden variablen und festen Kosten, sowie die Kosten des Mehraufwands an Arbeitskraft und Schlepperstunden dem Einsparungspotential bei Pflanzenschutzmittel gegenübergestellt. Ausgegangen wird von einer zu behandelnden Hopfenfläche von 25 ha. Dies ergibt bei 4 Behandlungsdurchgängen eine Einsatzfläche von 100 ha pro Jahr.

Maschinenkosten

Anschaffungskosten	11 416,- €
Nutzungsdauer	10 Jahre
Einsatzfläche	100 ha / Jahr

Einsparungspotential bei Pflanzenschutzmittel:

Abschreibung	1 141 €	Behandlung bis 1 m	550 €
Zinsanspruch	342 €	Behandlung bis halbe Gerüsthöhe	2 250 €
+ Reparaturkosten	1 255 €	+ Unkrautbekämpfung	125 €
Maschinenkosten / Jahr	2 738 €	Einsparung / Jahr	2 925 €

Einsparung	2 925 € / Jahr
- Maschinenkosten	2 738 € / Jahr
- <u>zusätzliche Kosten (Schlepper, Arbeitskraft)</u>	3 100 € / Jahr
Kostennachteil	2 913 € / Jahr

Bei einem 25 ha Betrieb oder 100 ha Einsatzfläche pro Jahr decken die Kosten der Pflanzenschutzmitteleinsparung gerade die jährlichen Maschinenkosten der Sensortechnik. Zu beachten ist jedoch, dass exakte Wirkungsversuche noch ausstehen, die belegen, ob die schlechtere Benetzung mit der Sensorspritze auch zu einer geringeren Wirkung gegenüber der Gebläsespritze führt. Sollte dies der Fall sein, ist ein zusätzlicher ökonomischer Nachteil zu erwarten. Problematischer erweisen sich aber in erster Linie die zusätzlichen Kosten für Schlepper, Sprühgerät und Arbeitskraft, da mit der Sensortechnik jede Fahrgasse gefahren werden muss. Diese Kosten liegen sogar über den Einsparungen an Pflanzenschutzmitteln. Aus ökonomischer Sicht wird deutlich, dass der zusätzliche Arbeitszeitbedarf und die derzeit hohen Kosten der Sensortechnik die Vorteile der Mitteleinsparung nicht aufwiegen können.

5.7 Sensorgesteuerte Einzelpflanzenbehandlung im Gießverfahren

Zielsetzung

Zu Beginn des Wachstums der Hopfensprosse im Entwicklungsstadium 07 bis 19 können Bodenschädlinge wie der Liebstöckelrüssler (*Otiorrhynchus ligustici*), der Erdfloh (*Phyllotreta* und *Psylliodes*), der Schattenwickler (*Cnephasia alticolana*) und auch der Drahtwurm (*Agriotes lineatus* L.) die Hopfenstöcke und Triebe derart schädigen, dass es bis zum Absterben des Stockes kommen kann. Gleichzeitig wird bereits zu diesem Zeitpunkt die Bekämpfung der Peronospora-Primärinfektion (*Pseudoperonospora humuli*) auf ca. 50 % der Flächen durchgeführt.

Die dafür notwendigen Pflanzenschutzmittel werden in Form einer Einzelpflanzenbehandlung ausgebracht. Das Applikationsverfahren wird in der Praxis als „Gießen“ bezeichnet. Die Durchführung erfolgt mit zwei Arbeitskräften vom Schlepper aus, indem die Spritzbrühe mit manuell betätigten Sprühlanzen oder Gießstäben auf den Hopfenstock appliziert wird. Aus Gründen des Anwenderschutzes und zur Arbeitserleichterung sollte eine Technik entwickelt werden, die es ermöglicht, den Hopfenstock mit Hilfe der Sensortechnik zu erkennen und das Pflanzenschutzmittel punktgenau auszubringen. Eine Kombination des Verfahrens mit einem weiteren Arbeitsgang, dem Hopfenkreiseln, wird angestrebt.

Methoden

Zur Lokalisierung des Hopfenstockes wird am Seitengerät ein optischer Sensor montiert, der in der Vorbeifahrt den eingesteckten Aufleitdraht und somit die Position des Hopfenstockes erkennen kann. Ebenfalls am Seitengerät ist das Kreiselgerät und die von der Firma „agrotop“ entwickelte Düseneinheit zur Einzelpflanzenbehandlung angebracht. Die Arbeitsgänge „Kreiseln“ und Gießbehandlung konnten so kombiniert werden. Das „Kreiseln“ erfolgte mit herkömmlicher Technik, die manuell über den Joystick zu steuern ist. Durch die Sensortechnik sollte im ersten Versuch das Gießen automatisiert werden. Die Optimierung der Arbeitsgeschwindigkeit und Einstellung der Ausbringungsmenge wurde durch praktische Einsätze ermittelt.

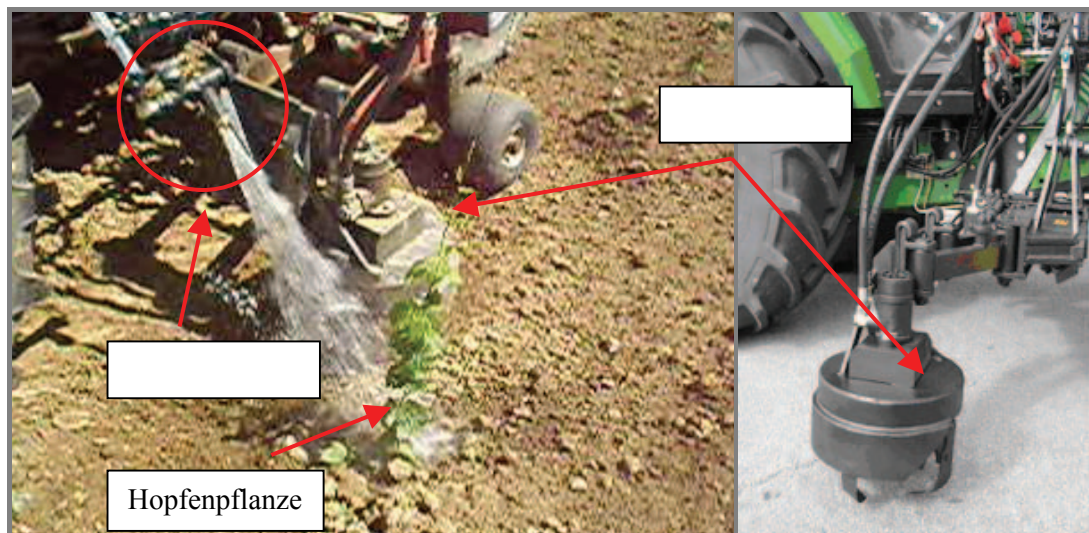


Abbildung 5.9: Hopfenkreiseln u. sensorgesteuerte Einzelpflanzenbehandlung in einem Arbeitsgang

Ergebnisse

Die Sensoren konnten den Aufleitdraht problemlos erkennen, wenn die Intensität des Infrarotlichtes bzw. die Reichweite korrekt eingestellt wurde. Im Rahmen der Vorbereitungen für den Versuch wurden die Sensoren auch auf die Funktionsgenauigkeit bei einer Arbeitgeschwindigkeit von 4-4,5 km/h überprüft und keine Probleme festgestellt. Die Arbeitgeschwindigkeit in Kombination mit dem Kreiseln ist aber durch die Reaktionsfähigkeit des Schlepperfahrers auf max. 3,5 km/h begrenzt. Die Düsenausstoßmenge kann durch Veränderung des Drucks von 2,5 bis 5 bar zwischen 280 und 800 l/ha variiert werden. Durch die Automatisierung konnte eine Arbeitskraft bei der Gießbehandlung eingespart werden. Eine weitere Arbeitszeiterparnis kann durch die Kombination der Pflanzenschutzbehandlung mit dem Kreiseln erzielt werden.

Die Gefährdung des Anwenders durch eine Kontamination mit dem Pflanzenschutzmittel konnte stark reduziert werden, da bei dem neuen Verfahren die Einzelstockbehandlung von der geschlossenen Schlepperkabine aus durchgeführt wird.

Die Anschaffungskosten für die Sensortechnik und Düseneinheit, die die Grundlage für eine ökonomische Betrachtung bilden, belaufen sich nach Angaben der Hersteller auf ca. 4400 €. Die dadurch entstehenden variablen und festen Maschinenkosten betragen bei einer Nutzungsdauer von 10 Jahren und 25 ha Einsatzfläche 1060 € pro Jahr. Dem gegenüber stehen Einsparpotentiale bei den benötigten Arbeitskraft- und Schlepperstunden durch die Kombination der Arbeitsschritte Kreiseln und Einzelpflanzenbehandlung. Die Kosteneinsparung summiert sich bei dem schon vorher genannten Einsatzumfang von 25 ha auf 1145 € pro Jahr. Subtrahiert man von der jährlichen Einsparung die jährlichen Reparaturkosten von 441 €, ergibt dies einen Cash Flow von 703 €. Dieser Cash Flow ist der durch den Einsatz der Technik jährlich erzielte Überschuss, der zur Abzahlung der Anschaffungskosten heranzuziehen ist. Unter Berücksichtigung eines Zinsansatzes von 6 % amortisiert sich die Technik im 9. Nutzungsjahr. Ein ökonomischer Einsatz der neuen Technik ist durchaus gegeben.

Tabelle 5.8: Amortisationsdauer mit Berücksichtigung des Zinsanspruch (6 %)

Jahr	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cash Flow I	-4.417	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703
Abzinsungsfaktor	1,000	0,943	0,890	0,840	0,792	0,747	0,705	0,665	0,627	0,592	0,558
Diskontierter Cash Flow	-4.417	663	626	590	557	526	496	468	441	416	393
Kumulierter diskontierter Cash Flow	-4.417	-3.754	-3.128	-2.538	-1.981	-1.455	-959	-492	-50	366	759

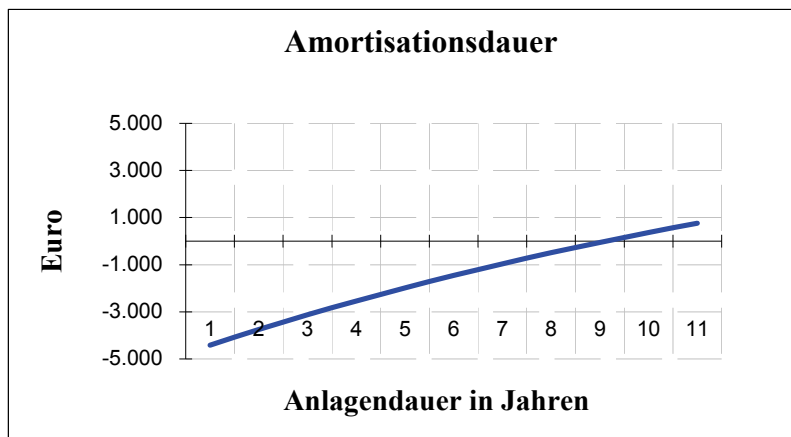


Abbildung 5.10: Graphische Darstellung der Amortisationsdauer

5.8 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 fachliche Betreuung der Erzeugerringe und die Schulung von Multiplikatoren für die vor Ort Beratung. Im Folgenden sind die Schulungs- und Beratungsaktivitäten des vergangenen Jahres zusammengestellt:

5.8.1 Schulung der Ringbetreuer

2007 haben 15 sogenannte Ringbetreuer im Auftrag des Hopfenrings Hallertau bei 351 Hopfenpflanzern Bestandsbeurteilungen durchgeführt und Pflanzenschutzempfehlungen abgegeben. Zum Erfahrungsaustausch und zur Schulung wurden die Ringbetreuer von der Hopfenberatung der LfL in 14tägigem Abstand zu acht Treffen ab Mitte Mai nach Hüll eingeladen. Zur Vorbereitung auf das Treffen waren die Ringbetreuer verpflichtet, in einem Berichtsbogen die Beobachtungen und Erfahrungen von ihren Betriebsbesuchen und telefonischen Kontakten einzutragen und an den Hopfenring zu übermitteln. Die Auswertung hinsichtlich Krankheits- und Schädlingsbefall, die Eindrücke über Pflanzenentwicklung, Nährstoffversorgung und Wachstumsstörungen, sowie die Wirkungen der eingesetzten Fungizide, Insektizide oder Akarizide erfolgte durch die LfL.

Sämtliche vor Ort gemachten Beobachtungen, sowie die täglich zahlreich bei der Hopfenberatung eingehenden telefonischen Anfragen aus den verschiedenen Anbaugebieten ergaben einen Gesamteindruck über die jeweilige aktuelle Situation. Daraus wurden unter Berücksichtigung der neuesten Versuchsergebnisse Beratungsstrategien und -empfehlungen abgeleitet und auf direktem Wege bei den Schulungen an die Ringbetreuer weitergegeben. Bei diesem regelmäßigen Erfahrungsaustausch wurden auf Wunsch der Ringbetreuer auch Spezialthemen und -probleme wie z.B. Schlagkarteiauswertung, Stockfäule, Peronosporawarndienst, Spurenelementmangel, Virusfreimachung, Bekämpfungsschwellen oder spezielle Hinweise bei Hagelschlag erörtert. Ergänzt wurde die theoretische Schulung durch praktische Demonstrationen und Besichtigungen im Zuchtgarten oder auf Praxis schlägen.

Nach Saisonende erfolgte eine Abschlussbesprechung, auf der die zukünftige Ringbetreuung im Rahmen der Verbundberatung von Hopfenring und LfL im Vordergrund stand. Ein Evaluierungsbogen rundete die Ringbetreuung ab. Darin zeigten sich die Ringbetreuer insgesamt mit dem abgelaufenem Jahr zufrieden und haben die Thematik und Methodik der Schulungen als gut eingestuft.

5.8.2 Informationen in schriftlicher Form

- Das „Grüne Heft“ Hopfen 2007 – 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 2960 Stück von der LfL an die ÄfL und Forschungseinrichtungen und von den Erzeugerringen an die Hopfenpflanzler verteilt.

- LfL-Informationsbroschüre „Datensammlung – Betriebsplanung Hopfenbau“ (von Erzeugergemeinschaft HVG an alle Pflanze verschickt!).
- Über das Ringfax des Hopfenringes (2007: 57 Faxen à 943 Teilnehmer) wurden in 36 Faxen aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstaufrufe an die Hopfenpflanze verschickt.
- Für das Wetterfax wurden ebenfalls in wöchentlichen Abständen aktuelle Informationen zur Verfügung gestellt.
- Im Rahmen der DSN-Bodenuntersuchung wurden 3668 Ergebnisse auf Plausibilität kontrolliert und zum Versand an die Hopfenpflanze freigegeben.
- In 4 ER-Rundschreiben des Hopfenringes und in 8 Monatsausgaben der Hopfen Rundschau wurden Beratungshinweise und Fachbeiträge für die Hopfenpflanze veröffentlicht.
- Mit dem Erfassungs- und Auswertungsprogramm HSK wurden für die Ernte 2007 bei 180 Hopfenpflanzern auf 680 Schlägen Schlagkarteiauswertungen durchgeführt und in schriftlicher Form an die Landwirte zurückgegeben.

5.8.3 Internet und Intranet

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

5.8.4 Telefonberatung Ansagedienste

- Der Peronospora-Warndienst wurde in der Zeit vom 10.05.–24.08.2007 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) bzw. das Internet 72 mal aktualisiert.
- Hopfenbauhinweise mit aktuellen Hinweisen zum Krankheits- und Schädlingsbefall sowie Düngungs- und Bodenbearbeitungsmaßnahmen können über den Anrufbeantworter in Wolnzach (Tel. 08442/957-401) abgehört werden.
- Zu Spezialfragen des Hopfenbaus erteilten die Fachberater der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik in ca. 3.200 Fällen telefonische Auskunft oder führten Beratungen in Einzelgesprächen oder vor Ort durch.

5.8.5 Vorträge, Tagungen, Führungen, Schulungen und Versammlungen

- 8 Schulungen für die Ringbetreuer des Hopfenringes
- 9 Hopfenbauversammlungen in Zusammenarbeit mit den ÄLF
- 57 Fachvorträge
- 13 Versuchsführungen für die Hopfenpflanze und die Hopfenwirtschaft
- 4 Seminare Trocknung und Konditionierung
- 16 Unterrichtsstunden an der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen für die Studierenden im Fach Hopfenbau
- 1 Schultag des Sommersemesters der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen
- 1 Fachtagung zur Erprobung der Sensortechnik im Pflanzenschutz
- 1 Fachtagung mit dem Thema Nährstoffgehalt und -aufnahme von Hopfen
- Praktische Schulung von BiLa-Teilnehmern in Hüll
- Prüfungsvorbereitung von Auszubildenden der Landwirtschaft mit Schwerpunkt Hopfenbau

6 Pflanzenschutz im Hopfenbau

LLD Bernhard Engelhard, Dipl. Ing. agr.

6.1 Schädlinge und Krankheiten des Hopfens

Blattlauszuflug

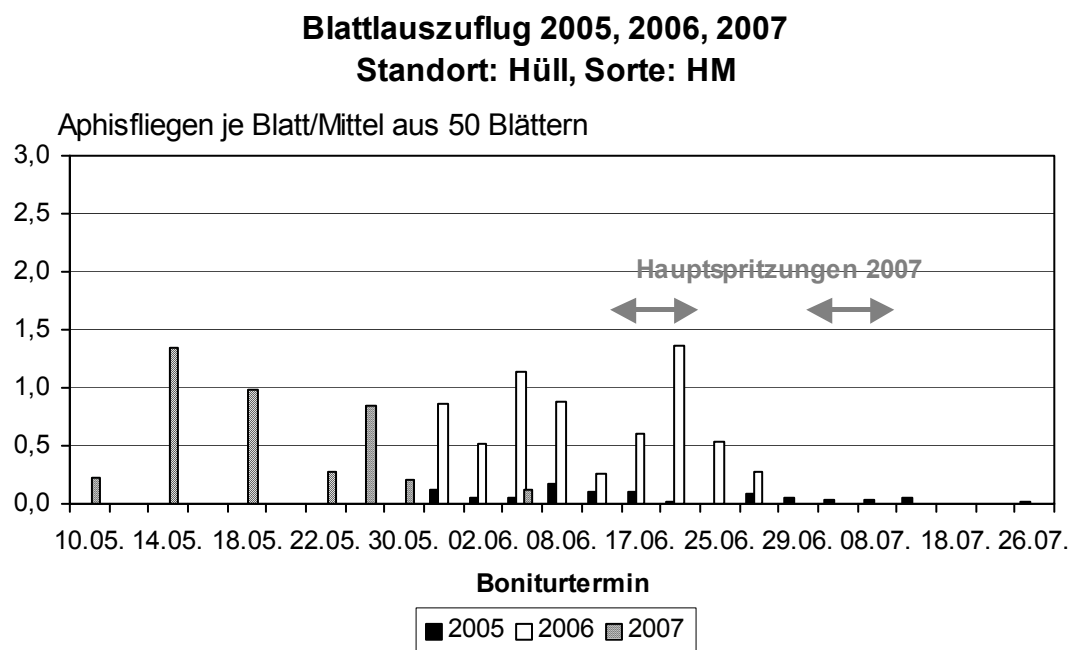


Abbildung 6.1: Blattlauszuflug

Beginn und Ende, sowie die Intensität des Blattlauszufluges entscheiden wesentlich über den Populationsaufbau und damit den Zeitpunkt der Erstbehandlung. 2007 war der früheste Beginn und auch das früheste Ende des Zufluges seit Beginn der Kontrollen.

6.2 Einsatz von Quassia zur Bekämpfung der Hopfenblattlaus im ökologischen Hopfenbau

Zielsetzung

Der wichtigste Schädling im Hopfenbau ist die Hopfenblattlaus *Phorodon humuli*. Zu ihrer Bekämpfung wurden bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts weltweit Quassia-Extrakte eingesetzt. Knapp hundert Jahre später wurde Quassia bzw. dessen Wirkstoff Quassin als Option zur Blattlausbekämpfung im Ökologischen Hopfenbau wiederentdeckt, da zu diesem Zeitpunkt die zugelassenen Pyrethroide keine befriedigende Wirkung mehr zeigten. In den vergangenen Jahren verwendeten die deutschen Bio-Hopfenpflanzer dazu Quassia-Brühe, die als Eigensud am Betrieb hergestellt wurde. Dabei werden Holzchips in Wasser ausgekocht, die nach „Bioland“-Richtlinien ausschließlich von dem südamerikanischen Bittereschengewächs *Quassia amara* stam-

men dürfen. Diese Methode ist nur eine Übergangslösung nach § 6a des Pflanzenschutzgesetzes, zudem kann der Wirkstoffgehalt der Brühe nur erahnt werden.

Um ein Produkt mit standardisiertem Quassin-Gehalt in der EU allgemein verfügbar zu machen, muss Quassin erst auf Annex I der EU-Richtlinie 91/414/EWG des Rates gelistet sein. Um die nötigen Daten dafür zu generieren, wurden im Jahr 2007 weitere Wirksamkeitsprüfungen durchgeführt. Dabei wurde erstmals auch Quassin in einer konventionell bewirtschafteten Hochalpha-Sorte geprüft, da die bisherigen Ergebnisse ausschließlich von ökologisch bewirtschafteten Aroma-Sorten stammten.

Methoden

Die Versuche wurden an drei Standorten mit unterschiedlichen Sorten durchgeführt (Haushausen: Hallertauer Tradition; Eichelberg: Perle; Schweinbach: Hallertauer Magnum). Dabei wurden zwei verschiedene Applikationstechniken und drei verschiedene Wirkstoffmengen geprüft. Zum einen wurden 12 g und 18 g Quassin/ha mit einer praxisüblichen Gebläsespritze ausgebracht, wobei bei den Sprühvarianten zwei Behandlungen vorgenommen wurden, zum anderen wurden 18 g und 24 g Quassin/ha im Streichverfahren appliziert. Dabei wurden handentlaubte Reben mit ca. 3 ml Suspensionslösung auf einer Länge von etwa 30 cm mit einem Pinsel angestrichen. Das Streichen erfolgte Ende Mai bei vollem Wachstum ($\frac{3}{4}$ Gerüsthöhe), damit der Wirkstoff systemisch mit dem Saftstrom nach oben transportiert wurde. Diese Applikation wurde nur einmal durchgeführt. Alle Varianten wurden dreifach wiederholt angelegt. Als Kontrolle diente eine insektizid-unbehandelte Variante. Die Befallsstärke wurde wöchentlich, während 13 bzw. 14 Wochen von Mai bis August an 50 Blättern pro Wiederholung bonitiert. Die Versuchsernte wurde mit zehn Aufleitungen pro Variante, vierfach wiederholt, durchgeführt und dabei der Ertrag und der Gehalt an Alpha-säure ermittelt. Zudem wurden die Dolden auf Blattlausbefall bonitiert.

Ergebnisse

An allen drei Standorten zeigte die 24 g/ha Streichvariante eindeutig den besten Bekämpfungserfolg, gefolgt von der 18 g/ha Streichvariante. Die beiden Sprühapplikationen waren trotz zweimaliger Anwendung weniger wirksam. Es fand eine Reduktion der Befallsstärke im Vergleich zur unbehandelten Variante von lediglich 70 % statt, was bei höheren Befallsstärken nicht ausreicht. Abbildung 1 zeigt exemplarisch für alle drei Standorte die Auswirkungen des unterschiedlichen Befalls auf den Ertrag und die Alphasäure in Haushausen, einem ökologisch bewirtschafteten Garten.

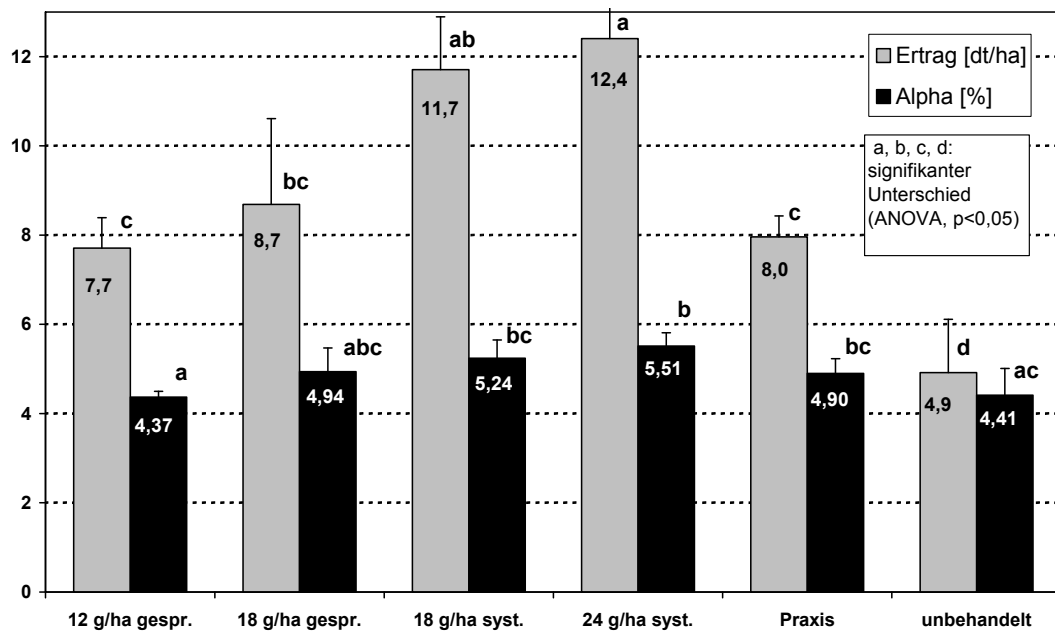


Abbildung 6.2: Ertrag und Alpha bei unterschiedlichen Versuchvarianten zur Blattlaus-Bekämpfung mit Quassia 2007: Ergebnisse der Versuchsernte, Schlag „Leitnacker“, Sorte HT, Haushausen, 29.08.2007.

Im Bezug auf die Wirksamkeit wird eindeutig die Streichapplikation favorisiert, zudem sie nicht vom Wetter abhängig ist. Außerdem bereitet Quassin als Breitbandinsektizid beim Anstreichen keine Probleme mit Nichtzielorganismen bzw. der Nützlingsschonung. Der höhere Aufwand von 24 g/ha kann im Hinblick auf Kosten der Behandlung nicht auf 18 g/ha reduziert werden, da hier keine ausreichende Wirkungssicherheit gewährleistet werden kann. Zusammenfassend kann derzeit nur die 24 g/ha Streichvariante empfohlen werden, um eine erfolgreiche Kontrolle der Hopfenblattlaus im ökologischem Hopfenbau zu erreichen.

Projektleiter: B. Engelhard
 Projektbearbeiter: J. Schwarz, Dr. F. Weihrauch
 Laufzeit: 2007

6.3 Forschungs-Verbundprojekt aus fünf Einzelprojekten zum Thema „Biologischer Pflanzenschutz“

Dieser Komplex von fünf Einzelprojekten wurde innerhalb des Bearbeitungszeitraumes vom 01.04.2005 zum 30.04.2008 von Anheuser-Busch Companies, Inc., der Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G. und der Gesellschaft für Hopfenforschung e.V. gefördert.

6.3.1 Entwicklung eines Testsystems zur Prüfung der Blattlausresistenz an Hopfensämlingen im Rahmen der Hopfenzüchtung

6.3.1.1 Zielsetzung

Zur sicheren Überprüfung von Nachkommenschaften einer Kreuzung bei Hopfen auf unterschiedliche Anfälligkeit gegenüber der Hopfenblattlaus *Phorodon humuli* ist eine standardisierte, wissenschaftlich abgesicherte Prüfmethode notwendig. Eine derartige (Labor-) Methode ist bisher in der Literatur noch nicht beschrieben und nach Kenntnis des Hopfenforschungszentrums in keiner Hopfenzuchtstation im Einsatz.

Im derzeit aktuellen Sortenspektrum der Hallertau und in den übrigen Anbaugebieten Europas gibt es bereits deutliche Unterschiede in der Anfälligkeit gegenüber der Hopfenblattlaus. Während die Sorte Hallertauer Magnum (HM) als anfälligste Sorte eingestuft werden muss, wird die Sorte Spalter Select (SE) deutlich weniger von Blattläusen besiedelt [1]. In den Untersuchungen zur Blattlausresistenz verschiedener Hopfensorten 1998 und 1999 wurde festgestellt, dass bereits beim Zuflug der Aphisfliegen HM zehnfach stärker angefliegen wurde als SE. Es müssen genetisch festgelegte Stoffe im Hopfen sein, die den Blattläusen ein selektives Suchen nach der optimalen Wirtspflanze ermöglichen [2]. Nach der Besiedelung war die Vermehrungsrate bei gleichem Ausgangsbesatz auf HM um das neunfache höher als auf SE.

Im englischen Zuchtmaterial gibt es Genotypen japanischer Herkunft, die völlig resistent gegenüber der Hopfenblattlaus sind [3], wie z.B. die neue Sorte Boadicea. In der Hüller Wildhopfensammlung (ca. 300 Genotypen) sind ebenfalls einzelne Genotypen mit wahrscheinlich guten Resistenzvoraussetzungen vorhanden. Es sind also genetische Ressourcen vorhanden, die in der Kreuzungsplanung berücksichtigt werden müssen und mittelfristig eine Entlastung im Insektizideinsatz bringen.

Um gezielt auf Blattlausresistenz züchten zu können, ist es wie bei Echtem Mehltau und Peronospora notwendig, möglichst noch im Jugendstadium der Sämlinge genetisch festgelegte Resistenzen in den Einzelpflanzen zu finden und diese Pflanzen weiter nach den sonstigen Kriterien zu prüfen. In diesem Projekt sollten mögliche Grundlagen für eine derartige Standardmethode erarbeitet werden.

6.3.1.2 Arbeitsplan und Methodik

Seit Ende der 1980er-Jahre werden in Hüll Prüfungen auf Blattlausresistenz gegenüber Insektiziden mittels einer Labormethode durchgeführt. Dieser Labortest wurde im Rahmen einer Diplomarbeit grundsätzlich für diese Resistenzprüfung weiter entwickelt [4], was zunächst als Basis für die weiteren Untersuchungen diente.

Die bislang exerzierte Testmethode sieht folgendermaßen aus: Von verschiedenen Hopfen-Genotypen, die im Gewächshaus vorgezogen wurden, werden Blätter aus der 3. oder 4. Blattetage entnommen, zugeschnitten und zwischen zwei Plastikplatten eingespannt. In einer Aussparung auf der Unterseite liegt das Blatt frei. Mit Wachs wird ein Plastikring aufgeschweißt, damit eine feste Blattfläche zur Verfügung steht, aus der die aufgesetzten Blattläuse nicht entfliehen können. Der Ring wird mit Gaze abgedeckt, so dass ein „Blattlauskäfig“ entsteht.

In den Ring wird mit einem Pinsel eine erwachsene, gebärfähige Blattlaus aus der „Hüller Population“ auf die Blattfläche aufgesetzt und der Käfig wieder mit Gaze verschlossen.

Wenn Blattlaus-Larven abgesetzt worden sind, wird die Mutterlaus mit den abgesetzten Larven bis auf eine Junglaus wieder entfernt. Diese im Käfig verbliebene Larve mit definiertem Geburtsdatum wird nun als neue „Stammlaus“ weiter beobachtet. Folgende Punkte wurden protokolliert:

- Allgemeines Verhalten
- die Tage, an denen Jungläuse abgesetzt werden
- Anzahl abgesetzter Jungläuse
- tote Jungläuse
- Lebensdauer der Stammlaus.

Alle abgesetzten Jungläuse wurden wieder aus den Käfigen entfernt, um nur die Lebensdauer und die Reproduktionsfähigkeit jeweils eines Individuums zu ermitteln. Ohne die Entfernung der abgesetzten Larven wäre die Zahl der Tiere pro Käfig sehr schnell unübersichtlich geworden und „explodiert“. Zudem konnten mit nur einem kontinuierlich lebenden Tier pro Käfig die Hopfenblätter als Nahrungsgrundlage der Lebensdauer der Tiere standhalten, ohne allzu welk zu werden. Als Hopfenmaterial, dessen Unterschiede hinsichtlich der Blattlausanfälligkeit untersucht werden sollten, wurden die folgenden sechs Genotypen gewählt:

- Boadicea (Kürzel: **BO**), angeblich Blattlaus-resistente Sorte aus UK
- Spalter Select (**SE**), aktuelle Sorte mit höchster Blattlaustoleranz
- Wildhopfen Typ 49, Herkunft Jena (**WH**), gute Resistenzvoraussetzungen
- Männlicher Klon „3-W-42-30-38“ (**38**), gute Resistenzvoraussetzungen
- Hallertauer Magnum (**HM**), aktuelle Sorte mit höchster Blattlausanfälligkeit
- Herkules (HS), aktuelle Sorte mit wahrscheinlich hoher Blattlausanfälligkeit.

Auf diese sechs Genotypen wurde in je 12 Wiederholungen pro Versuch je eine Stammlaus aufgesetzt und deren Entwicklung und Nachkommenschaft über ihre gesamte Lebensdauer beobachtet. Die insgesamt 72 Blattlauskäfige wurden dreimal pro Woche (Montag, Mittwoch, Freitag) geöffnet, die abgelegten Larven gezählt, protokolliert und mit einem feinen Pinsel entfernt. Derselbe Versuch wurde insgesamt acht mal durchgeführt. Die Gestelle mit den 72 Blattlauskäfigen wurden in einer Klimakammer bei 25°C und 60-70 % rel. LF aufbewahrt.

Laufzeit und Dauer der Versuchsreihen:

1. Serie 2006: 05.05.-14.06., 15 Auszählungstage
2. Serie 2006: 19.05.-14.06., 10 Auszählungstage
3. Serie 2006: 22.06.-11.08., 21 Auszählungstage
4. Serie 2006: 07.07.-18.08., 17 Auszählungstage
1. Serie 2007: 28.03.-27.05., 25 Auszählungstage
2. Serie 2007: 19.04.-13.06., 21 Auszählungstage
3. Serie 2007: 18.05.-11.07., 21 Auszählungstage
4. Serie 2007: 20.06.-28.08., 25 Auszählungstage

6.3.1.3 Ergebnisse

Insgesamt konnten in den acht Serien über 11.000 Datensätze gewonnen werden. Die bisherige Auswertung ergibt ein sehr heterogenes Bild, was sowohl die Datenreihen innerhalb einer Hopfensorte als auch die Unterschiede zwischen den Sorten betrifft (Tabelle 6.3.1-6.3.4). Bislang wurde lediglich definitiv klar, dass der männliche Klon 38 mit über alle acht Serien durchschnittlich 14,9 abgesetzten lebenden Larven pro Blattlaus die mit weitem Abstand größte Blattlaustoleranz aller untersuchten Genotypen aufwies. Die höchsten Werte wurden hier bei HM mit durchschnittlich 66,2 Larven erreicht, wobei allerdings die durchschnittlichen Werte der anderen Sorten nur unwesentlich darunter liegen (HS: 59,7; SE: 59,6; BO: 57,6; Tabelle 6.3.1).

Bei der Lebensdauer der einzelnen Stammläuse zeigten sich bei HM die eindeutig höchsten Werte, mit einem Mittel von 39,8 Tagen über alle Serien. Die signifikant kürzeste Lebensdauer besaßen die Läuse auf „38“ mit einem Mittel von 24,4 Tagen. Auf den übrigen Genotypen kam es zu vergleichbaren Werten zwischen 31,7 und 34,3 Tagen Lebensdauer (Tabelle 6.3.3). Der Rekordhalter war eine Stammlaus, die auf HM insgesamt 69 Tage überlebte. Auffällig an der langen Lebensdauer auf HM war generell, dass die reproduktive Phase der Läuse etwa genauso lange dauerte wie auf den anderen Sorten, die Tiere jedoch nach den letzten produzierten Larven noch sehr lange in einer Phase der Seneszenz weiterlebten.

Fazit: Die bislang gewonnene Daten gestatten noch keine konkreten Aussagen zu den Erfolgsaussichten des Biotests und weitere Versuchsserien sind unabdingbar.

Tabelle 6.3.1: Blattlaus-Biotest 2006/2007: Summe der lebenden Nachkommen, Mittelwert \pm S.E.

Serie / cv.	BO	SE	WH	38	HM	HS
1/2006 03.05.-14.06.	73,4 \pm 15,0	59,6 \pm 32,2	64,0 \pm 17,6	24,7 \pm 12,5	85,4 \pm 10,1	80,6 \pm 11,0
2/2006 17.05.-14.06.	59,5 \pm 21,0	60,5 \pm 10,3	51,1 \pm 20,1	18,4 \pm 9,8	62,2 \pm 23,6	66,1 \pm 10,3
3/2006 21.06.-11.08.	18,2 \pm 8,9	53,5 \pm 22,0	57,7 \pm 19,2	6,8 \pm 4,7	44,5 \pm 12,5	48,4 \pm 10,5
4/2006 06.07.-18.08.	56,6 \pm 15,2	47,4 \pm 34,6	0,5 \pm 1,6	28,1 \pm 22,0	78,7 \pm 6,9	63,8 \pm 16,7
1/2007 27.03.-27.05.	76,1 \pm 14,8	72,2 \pm 22,7	68,7 \pm 16,5	21,6 \pm 10,9	91,0 \pm 16,6	70,5 \pm 22,6
2/2007 18.04.-13.06.	52,6 \pm 14,6	54,4 \pm 22,3	58,8 \pm 11,5	3,2 \pm 1,8	59,7 \pm 10,5	46,0 \pm 23,9
3/2007 16.05.-11.07.	75,8 \pm 10,9	78,3 \pm 9,7	60,8 \pm 7,1	8,9 \pm 4,9	60,2 \pm 11,3	63,5 \pm 14,1
4/2007 19.06.-28.08.	48,8 \pm 30,4	50,5 \pm 7,4	32,3 \pm 18,6	7,8 \pm 5,4	47,5 \pm 15,6	38,9 \pm 9,3
MW	57,6	59,6	49,2	14,9	66,2	59,7

Tabelle 6.3.2: Blattlaus-Biotest 2006/2007: Summe der lebenden Nachkommen, Rang (1 = wenig, 6 = viel)

Serie / cv.	BO	SE	WH	38	HM	HS
1/2006 03.05.-14.06.	4	2	3	1	6	5
2/2006 17.05.-14.06.	3	4	2	1	5	6
3/2006 21.06.-11.08.	2	5	6	1	3	4
4/2006 06.07.-18.08.	4	3	1	2	6	5
1/2007 27.03.-27.05.	5	4	2	1	6	3
2/2007 18.04.-13.06.	3	4	5	1	6	2
3/2007 16.05.-11.07.	5	6	3	1	2	4
4/2007 19.06.-28.08.	5	6	2	1	4	3
Rangsumme	31	34	24	9	38	32
MW	3,88 ± 1,13	4,25 ± 1,39	3,00 ± 1,69	1,13 ± 0,35	4,75 ± 1,58	4,00 ± 1,31

Tabelle 6.3.3: Blattlaus-Biotest 2006/2007: Lebensdauer der Stammlaus [d], Mittelwert ± S.E.

Serie / cv.	BO	SE	WH	38	HM	HS
1/2006 03.05.-14.06.	36,2 ± 5,8	33,4 ± 7,0	37,5 ± 5,2	29,8 ± 4,5	37,3 ± 4,9	34,5 ± 7,1
2/2006 17.05.-14.06.	25,8 ± 0,6	25,4 ± 1,0	24,8 ± 3,8	22,8 ± 3,8	26,0 ± 0,0	23,3 ± 3,2
3/2006 21.06.-11.08.	34,8 ± 10,8	33,4 ± 8,4	40,2 ± 4,3	24,4 ± 4,4	42,1 ± 6,2	32,8 ± 4,5
4/2006 06.07.-18.08.	25,7 ± 3,7	30,4 ± 11,8	7,1 ± 6,6	23,5 ± 12,6	40,5 ± 2,8	23,4 ± 4,8
1/2007 27.03.-27.05.	40,1 ± 8,0	39,9 ± 10,3	39,4 ± 4,1	29,5 ± 4,1	40,8 ± 6,0	32,5 ± 7,4
2/2007 18.04.-13.06.	34,6 ± 9,0	31,8 ± 8,8	37,2 ± 6,1	17,1 ± 5,0	41,4 ± 9,8	31,6 ± 6,6
3/2007 16.05.-11.07.	38,5 ± 3,8	39,8 ± 6,0	39,5 ± 6,8	24,2 ± 5,4	47,7 ± 6,0	40,0 ± 14,1
4/2007 19.06.-28.08.	38,4 ± 13,8	35,6 ± 4,4	35,0 ± 8,1	23,7 ± 9,2	43,1 ± 5,7	35,4 ± 7,6
MW	34,3	33,7	32,6	24,4	39,8	31,7

Tabelle 6.3.4: Blattlaus-Biotest 2006/2007: Lebensdauer der Stammlaus, Rang (1 = kurz, 6 = lang)

Serie / cv.	BO	SE	WH	38	HM	HS
1/2006 03.05.-14.06.	4	2	6	1	5	3
2/2006 17.05.-14.06.	5	4	3	1	6	2
3/2006 21.06.-11.08.	4	3	5	1	6	2
4/2006 06.07.-18.08.	4	5	1	3	6	2
1/2007 27.03.-27.05.	5	4	3	1	6	2
2/2007 18.04.-13.06.	4	3	5	1	6	2
3/2007 16.05.-11.07.	2	4	3	1	6	5
4/2007 19.06.-28.08.	5	4	2	1	6	3
Rangsumme	33	29	28	10	47	21
MW	4,13 ± 0,99	3,63 ± 0,92	3,50 ± 1,69	1,25 ± 0,71	5,88 ± 0,35	2,63 ± 1,06

6.3.2 Welcher Befall durch die Hopfenblattlaus *Phorodon humuli* kann zum Zeitpunkt der Doldenausbildung am Hopfen toleriert werden?

6.3.2.1 Zielsetzung

Der Zuflug der Aphisfliegen vom Winterwirt auf die Hopfenpflanzen beginnt in den deutschen Anbaugebieten meist Mitte Mai und dauert in der Regel bis Ende Juni, manchmal sogar bis Mitte-Ende Juli. Je nach Stärke des Zufluges und der Witterung entwickelt sich die Population der ungeflügelten Läuse. Die aktuell gültige Bekämpfungsschwelle ist erreicht, wenn im Durchschnitt 50 Blattläuse pro Blatt bzw. 200 Blattläuse auf Einzelblättern vorkommen. Spätestens zur Blüte, bei Beginn der Doldenbildung, muss jedoch nach derzeitigem Wissen eine Bekämpfung erfolgen, auch wenn die Bekämpfungsschwelle noch nicht erreicht ist. Zur Doldenausbildung besiedeln vorhandene Blattläuse die Doldenblätter und können nach Doldenschluss von kontakt- und teilsystemischen Insektiziden nicht mehr erfasst werden. In der Dolden kommt es zur weiteren Vermehrung und damit sehr schnell zu Schäden. Daher besteht von Seite der Beratung seit Jahrzehnten die Forderung: „Zum Zeitpunkt der Doldenbildung muss der Hopfen blattlausfrei sein. Wenn noch einzelne Blattläuse gefunden werden, ist eine weitere Bekämpfungsmaßnahme notwendig!“.

Ziel des Vorhabens war es, mit der Überprüfung dieser doch sehr restriktiven Beratungsaussage zu beginnen. Es sollte untersucht werden, ob, und wenn ja, unter welchen Voraussetzungen (Sorte, Zeitpunkt, Mittelwahl) eine bestimmte Anzahl von Blattläusen pro Blatt geduldet werden kann, ohne dass zum Zeitpunkt der Ernte die Dolden qualitativ und quantitativ negativ beeinflusst werden. Bisher gibt es dazu keine mehrjährigen Versuchsergebnisse und keine Veröffentlichungen.

Auch die bisherigen Versuche der Amtlichen Mittelprüfung geben zu dieser Frage keine Antworten.

6.3.2.2 Arbeitsplan und Methodik

In den Jahren 2005 und 2006 wurden in je fünf Betrieben insgesamt 14 konventionell bewirtschaftete Praxisgärten (vier Sorten: HM, HT, PE, SE) ausgewählt, in denen jeweils eine Versuchsparzelle angelegt wurde, die bei jeder Insektizidspritzung unbehandelt blieb. Auch andere Pflanzenschutzmaßnahmen, die einen Einfluss auf die Populationsentwicklung der Blattläuse haben konnten, wurden nur nach Absprache durchgeführt. So wurde auch in keinem Fall das Akarizid Abamectin eingesetzt, das eine starke Blattlaus-Nebenwirkung besitzt. Die unbehandelten Parzellen hatten jeweils eine Größe von ca. 170 Aufleitungen oder knapp 400 m².

In diesen Parzellen wurde die Populationsentwicklung der Blattläuse in wöchentlichem Rhythmus von Ende Juni bis zur Ernte bonitiert. Neben Blattbonituren erfolgte auch zu jedem Termin stichprobenhafte Kontrollen des Blattlausbefalls der Dolden. Zusätzlich wurden 2005 in acht und 2006 in neun Gärten eine Versuchsernte durchgeführt, bei der Ertrag und Alpha-Gehalt der Versuchsparzelle mit Insektizid-behandelten, weitgehend blattlausfreien Pflanzen aus direkter Nachbarschaft der Parzelle verglichen wurden.

6.3.2.3 Ergebnisse

Grundsätzlich ist über alle Sorten zu konstatieren, dass der Blattlausdruck 2005 wie 2006 sehr gering war. Im Jahr 2005 wiesen zum Erntezeitpunkt lediglich zwei HM-Parzellen Totalschaden durch Blattläuse auf. In Hinsicht auf ermittelte Erträge und Alpha-Gehalte waren bei zwei weiteren Gärten (1 HM, 1 HT) signifikante Einbußen von 10 bzw. 40 % zu verzeichnen (Abbildung 6.3.1). Die übrigen zehn unbehandelten Parzellen zeigten entweder optisch keinen Blattlausschaden und/oder bei den Versuchsernten keinerlei signifikante Ertrags- und Qualitätsunterschiede. Allerdings ergaben die Doldenbonituren, dass trotzdem in zwei weiteren dieser auf den ersten Blick nur gering befallenen Parzellen noch deutlicher Blattlausbefall der Dolden zu verzeichnen war: Eine HM-Parzelle hatte Doldenbefall von 92 %, und eine PE-Parzelle von 30 %. Zusammenfassend wäre es also in dem extrem schwachen Blattlausjahr 2005 in acht von 14 Versuchsgärten ohne Insektizidbehandlung nur zu nicht oder kaum nennenswerten Blattlausschäden gekommen.

Im Jahr 2006 entwickelte sich bei HM in drei von vier Fällen kein nennenswerter Blattlausbesatz auf den Blättern. In allen Fällen waren bei HM jedoch etwa ab Ende Juli bis zur Ernte kontinuierlich Doldenbefall zu finden, der sich in Buch bis zur Ernte zu einem Totalschaden durch nicht mehr vermarktbareren Hopfen entwickelte (Tabelle 6.3.5). Die Versuchsernte in den drei anderen Gärten ergab nur in Kirchdorf einen signifikanten Ertragsverlust von etwa 20 %, während in allen anderen Fällen keine Unterschiede bei Ertrag und Alpha ermittelt werden konnten (Abbildung 6.3.2).

Die Bonituren bei der Sorte PE begannen alle Ende Juli bei durchschnittlichen Blattlauszahlen von 50 bis 60 Tieren pro Blatt, die jedoch in allen drei Fällen bis Ende August auf sehr geringe Werte zurückgingen (Tabelle 6.3.5). Bei PE war auch keinerlei Schaden durch Blattlausbefall zu ermitteln.

Bei HT kam es ähnlich wie bei PE von einem Ende Juli als durchaus behandlungswürdig eingeschätzten Befall zwischen 20 und 100 Tieren pro Blatt zu einem kontinuierlichen Rückgang der Blattlausdichte bis zur Ernte. Leichter Doldenbefall wurde sowohl in Buch als auch in Holzhof gefunden. Bei den beiden Versuchsernten konnten keinerlei Unterschiede hinsichtlich Ertrag und Alpha ermittelt werden. Allerdings wurde bei der Doldenbonitur des HT-Gartens in Buch bei unbehandelt ein Doldenbefall von 25,1 % gegenüber 15,7 % bei Insektizidbehandlung ermittelt, was bei der Neutralen Qualitätsfeststellung möglicherweise zu Abstrichen geführt hätte (Tabelle 6.3.7). Bei SE war in allen drei Gärten kein nennenswerter Blattlausbefall zu finden, und die Dolden blieben absolut blattlausfrei. Entsprechend ergaben die beiden Versuchsernten auch keinerlei Unterschiede in Ertrag und Qualität.

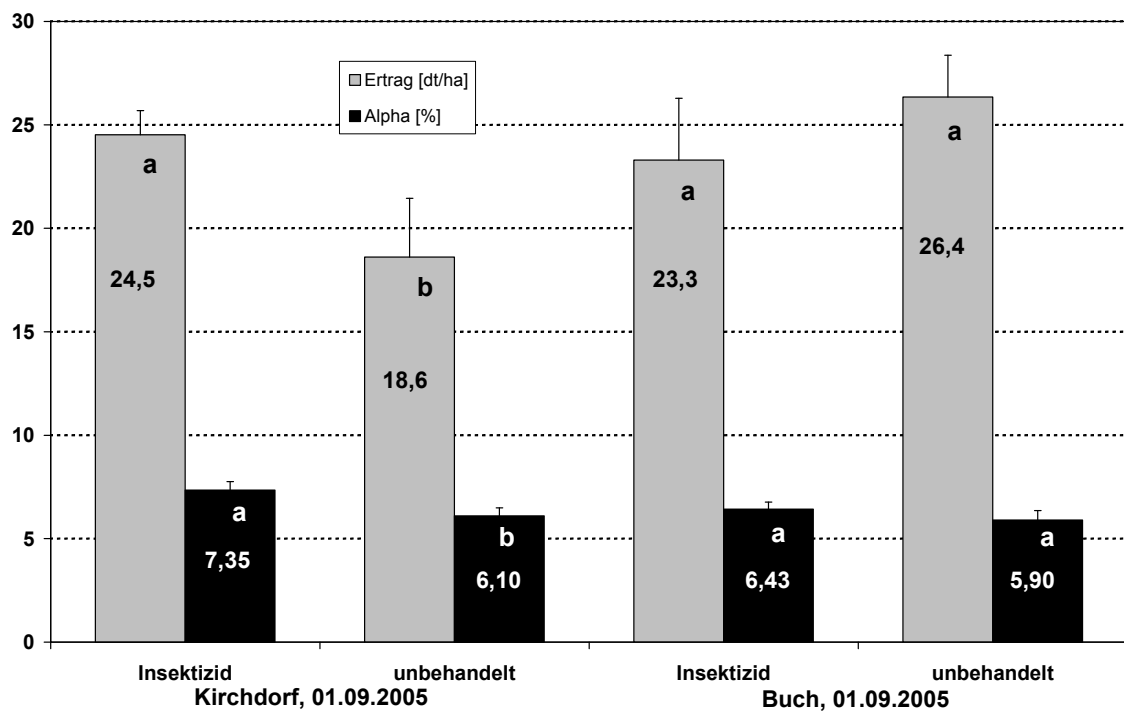


Abbildung 6.3.1: Versuchsernten 2005, Sorte Hallertauer Tradition

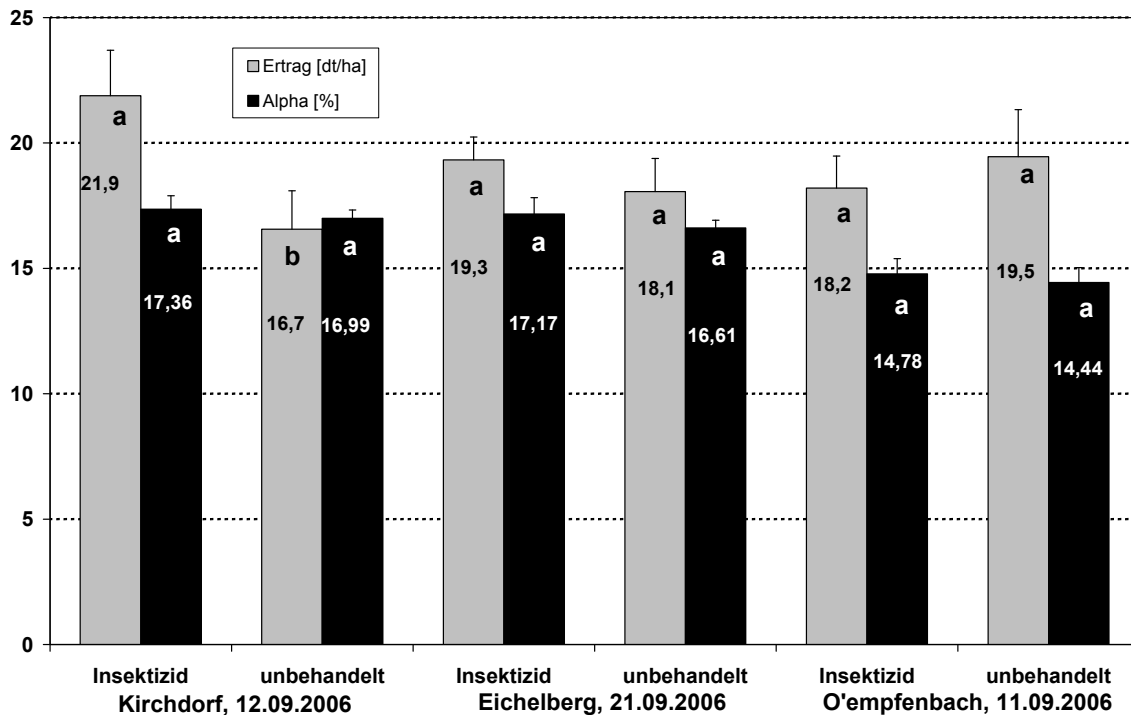


Abbildung 6.3.2: Versuchsernten 2006, Sorte Hallertauer Magnum

Tabelle 6.3.5: Blattlausbonituren 2006 in insektizidfreien Parzellen verschiedener Versuchsgärten, Sorten Hallertauer Magnum (HM) und Perle (PE).

Alle Werte sind Mittelwerte pro Blatt aus je 50 ausgezählten Hopfenblättern (25 oben, 13 Mitte, 12 unten). * = Bei Bonitur parallel festgestellter Doldenbefall durch *P. humuli*. KW = Kalenderwoche. Standorte: BCH = Buch, EBG = Eichelberg, HHF = Holzhof, KDF = Kirchdorf, OEB = Oberempfenbach.

Sorte	HM				PE		
	BCH	EBG	KDF	OEB	EBG	HHF	OEB
26	27,0	30,7	21,2	33,1	54,3	46,4	61,0
27	24,9	15,0	66,7	48,2	71,0	51,6	201,7
28	42,0	17,7	114,2	21,3	21,4	115,4	73,0
29	99,7	12,1	64,6	13,3	3,1*	16,6	41,0
30	94,5*	15,1*	68,9	4,3*	3,4*	0,3	10,0*
31	407,9*	24,8*	20,3*	3,6*	1,2*	1,3	4,5*
32	248,1*	20,5*	23,3*	11,4*	2,1*	3,6*	3,2*
33	238,1*	6,8*	21,7*	9,6*	0,8	1,0	2,7*
34	488,0*	6,7*	27,4*	29,9*	0,1	0,9	3,7
35	171,8*	1,4*	17,3*	13,0*	0,1	0,6*	1,1*

Tabelle 6.3.6: Blattlausbonituren 2006 in insektizidfreien Parzellen verschiedener Versuchsgärten, Sorten Hallertauer Tradition (HT) und Spalter Select (SE).

Sorte	HT				SE		
	KW	BCH	EBG	HHF	KDF	BCH	HHF
26	102,1	29,9	46,2	17,5	9,0	2,9	18,9
27	98,4	20,0	74,2	36,9	4,4	0,9	32,1
28	111,0	17,3	63,2	41,3	1,0	1,9	27,8
29	334,9	1,8	8,1	2,3	1,9	0,8	6,2
30	101,9*	1,7	5,1*	2,2*	0,7	0,2	1,1
31	55,5*	1,7	10,7*	0,7	0,2	0,7	0,3
32	21,9*	1,3	9,3*	0,3	0,9	0,2	0,1
33	4,1*	0,7	2,8	0,5	0,7	0,0	0,3
34	3,8*	0,9	2,3*	2,6	0,7	0,2	0,0
35	2,6*	0,4	3,6*	0,6	0,5	0,3	0,1

Tabelle 6.3.7: Ergebnisse der Doldenbonituren aus den Versuchsernten 2006 in verschiedenen Versuchsgärten.

Standorte: BUC = Buch, EBG = Eichelberg, HHF = Holzhof, KDF = Kirchdorf, OEB = Oberempfenbach.

Standort/ Behandlung	Sorte	Datum Ernte	kranke Dolden in % *)	gewogenes Mittel **)	Gewicht [g] ***)	Volumen [ml] ***)
OEB Insektizid	HM	11.09.	35,20	1,584	125,82	3425
OEB unbehandelt	HM	11.09.	62,50	2,279	127,26	3150
KDF Insektizid	HM	12.09.	28,15	1,405	117,37	2550
KDF unbehandelt	HM	12.09.	85,85	2,817	114,79	2375
EBG Insektizid	HM	21.09.	45,95	1,681	104,84	2350
EBG unbehandelt	HM	21.09.	82,85	2,706	111,56	2450
HHF Insektizid	HT	29.08.	0,65	1,007	46,15	1600
HHF unbehandelt	HT	29.08.	8,35	1,099	44,82	1450
BUC Insektizid	HT	02.09.	15,65	1,181	63,37	2350
BUC unbehandelt	HT	02.09.	25,05	1,288	59,19	2200
HHF Insektizid	PE	30.08.	1,30	1,015	35,55	1100
HHF unbehandelt	PE	30.08.	4,15	1,045	39,50	1250
OEB Insektizid	PE	04.09.	2,05	1,021	49,36	1525
OEB unbehandelt	PE	04.09.	12,55	1,157	49,21	1425
BUC Insektizid	SE	10.09.	4,10	1,047	48,09	1900
BUC unbehandelt	SE	10.09.	4,30	1,045	43,74	1675
KDF Insektizid	SE	11.09.	0,15	1,002	35,99	1500
KDF unbehandelt	SE	11.09.	1,40	1,015	37,98	1450

*) Kranke Dolden : Dolden gesamt x 100

**) (gesunde Dolden + schwacher Befall x 2 + mittlerer Befall x 3 + starker Befall x 4) : Dolden ges.

***) 500 Dolden, MW aus 4 Wiederholungen

6.3.2.4 Diskussion und Fazit

Unter dem Strich ergab sich 2006 das gleiche Bild wie bei den entsprechenden Untersuchungen im Vorjahr: In dem vergleichbar schwachen Blattlausjahr 2005 waren von 14 unbehandelten Parzellen zwei (HM) Totalausfall, und in zwei weiteren kam es zu signifikanten Ertrags- oder Alphaeinbußen. Im Jahr 2006 war eine HM-Parzelle Totalausfall und eine weitere erlitt kräftige Ertragseinbußen. In den übrigen zwölf Gärten kam es zu keinen Ertrags- oder Qualitätsverlusten, die auf Blattläuse zurückzuführen sind. Die Doldenbonituren der Versuchsernten ergaben bei den Aromasorten auch nur in einem Fall einen Doldenbefall, der bei der Neutralen Qualitätsfeststellung zu Abzügen geführt hätte, so dass 2006 elf von 14 Versuchsgärten problemlos auf eine Insektizid-Behandlung verzichten hätten können. Erneut bestätigt wurden die enormen Sortenunterschiede bei der Blattlausanfälligkeit, die zwischen HM und SE etwa den Faktor 10 betragen [1]. Unter den Aromasorten war dann auch besonders SE in beiden Jahren ohne Insektizideinsatz absolut ungefährdet.

Die Ergebnisse 2005 und 2006 machen Mut, die Notwendigkeit des (mehrfachen) Einsatzes von Insektiziden zur Blattlausbekämpfung in Zukunft noch genauer zu überprüfen; dies gilt insbesondere für Aromasorten, allen voran SE. Aber auch bei Hochalphasorten ist zu hinterfragen, ob vor allem mit den neuen Alpha-Verträgen die Blattlausbekämpfung tatsächlich auf dem heutigen Niveau weiter betrieben werden muss, da die Zahl tolerierbarer Blattläuse auf den Pflanzen deutlich höher liegt, als die Landwirte derzeit annehmen. Tatsächliche Ertrags- und Alphaverluste sind erst bei mehreren Hundert Tieren pro Blatt zum Erntezeitpunkt zu erwarten, so dass hier ohne eine „Qualitätsfeststellung“ durch optische Doldenbonitur noch sehr viel Luft bis zum echten Schaden bleibt. Natürlich wird ein Hopfenbauer nie ganz auf Insektizide verzichten können, doch weitere, umfangreichere Untersuchungen zum tatsächlich nötigen Einsatz unter Berücksichtigung von Sortenunterschieden sind dringend angeraten.

6.3.3 Versuche zur Einbürgerung von Raubmilben in einem Hopfengarten zur natürlichen Bekämpfung der Gemeinen Spinnmilbe *Tetranychus urticae*

6.3.3.1 Zielsetzung

Die Raubmilbenart *Typhlodromus pyri* ist als sehr effektiver Nützling zur Bekämpfung der Gemeinen Spinnmilbe bekannt. Sofern die Überwinterung des Nützlings im Hopfengarten möglich ist, kann die Spinnmilbenpopulation unter der Bekämpfungsschwelle gehalten und der Einsatz von Akariziden reduziert werden.

Im Weinbau ist der Nützling fest etabliert und trägt maßgeblich zur Einsparung von Akariziden bei. Am Hopfenforschungszentrum wurde seit zehn Jahren *T. pyri* in Versuchen eingesetzt [5]. Dazu wurden aus Weinanlagen Blätter, die mit dem Nützling besiedelt waren geholt, bzw. die Tiere bei einem kommerziellen Züchter gekauft, und in Hopfenparzellen ausgebracht. In diesen Versuchen wurde die effektive Reduzierung der Gemeinen Spinnmilbe mehrfach nachgewiesen. Ziel der Versuchsarbeiten ist die Überprüfung, ob eine dauerhafte Etablierung von Raubmilben in praxisüblich bewirtschafteten Hopfengärten durch „Animpfen“ möglich ist, um auf den teuren alljährlichen Zukauf der Nützlinge verzichten zu können. Im Hopfenbau besteht allerdings das Problem, dass mit der Hopfenernte die gesamte Grünmasse noch vor der physiologischen Reife vom Feld abgefahren wird und damit auch alle Nützlinge aus dem Bestand entfernt werden.

6.3.3.2 Arbeitsplan und Methodik

Im Frühjahr 2004 wurde erstmals in einem Hopfengarten (Sorte: HT) in Buch, Gem. Aiglsbach, der Nachweis einer erfolgreichen Überwinterung von 2003 freigelassenen Raubmilben erbracht [6]. Zwischen dem 1. Juli 2004 und Ende Juli 2006 wurde in dem Garten keine Akarizidbehandlung durchgeführt, ohne dass es 2005 zu irgendeiner Form von Spinnmilben-Schäden kam. Ohne weiteres Ausbringen des Nützlings wurden auch 2005 und 2006 regelmäßig Raubmilben in diesem Bestand nachgewiesen, wobei allerdings das sehr niedrige Spinnmilbenniveau keine sinnvollen Versuche zuließ. Bei einer Bonitur am 4. Juli 2006 wurde zudem entdeckt, dass sich auf dem Brennessel-Ranken, der sich über die gesamte Länge des Gartens von über 200 m an der Südseite entlangzog, eine dichte Raubmilben-Population existierte.

Im Jahr 2007 kam es bereits frühzeitig zu einem deutlichen Anstieg der Spinnmilbenzahlen und es wurde auf 1,2 ha wieder ein großer Exaktversuch angelegt. Dabei wurden in vierfacher Wiederholung Parzellen mit und ohne Raubmilbeneinsatz angelegt (je 470 m², 250 Aufleitungen) und in ersteren in zwei Wellen (01.06., 13.06.) Raubmilben freigelassen. Im Gegensatz zu früheren Versuchen wurde diesmal eine Mischung aus zwei Arten auf Bohnenblättern an jeder Pflanze ausgebracht, nämlich *Amblyseius californicus* und *Phytoseiulus persimilis* im Verhältnis 1:2. Jede Pflanze wurde insgesamt mit durchschnittlich 24 Raubmilben belegt. Neben der wöchentlichen Bonitur von Spinn- und Raubmilben bis zur Ernte erfolgte am 29.08. auch eine Versuchsernte.

6.3.3.3 Ergebnisse

Während der Bonituren 2007 wurden insgesamt 3888 Raubmilben registriert, die sich zu 55 % auf *P. persimilis*, zu 30 % auf *A. californicus* und zu 15 % auf Raubmilben-Eier verteilten. Die Höhenverteilung der Nützlinge über die Reben war im Gegensatz zu den Ergebnissen der Vorjahre mit 34 % im unteren (1-2 m über Grund), 39 % im mittleren (3-5 m) und 27 % im oberen Bereich (6-7 m) fast gleichmäßig. Während der ersten acht Boniturwochen verblieben die Raubmilben weitgehend in ihren Freilassungspartellen und wurden erst ab Ende Juli auch in den unbehandelten Partellen in nennenswerter Dichte registriert (Abbildung 6.3.3). Diese „Territorialität“ der Nützlinge führte zu einer eindeutigen Kontrollwirkung gegenüber *T. urticae*. An sieben von zwölf Boniturtagen, darunter den entscheidenden vier letzten, war die Abundanz der Spinnmilben in der Kontrolle signifikant höher als in den Freilassungspartellen. Am letzten Boniturtage, eine Woche vor der Ernte, lag der Unterschied bei durchschnittlich 316 Spinnmilben pro Blatt in der Kontrolle gegenüber 26 in den Freilassungspartellen (Abbildung 6.3.3).

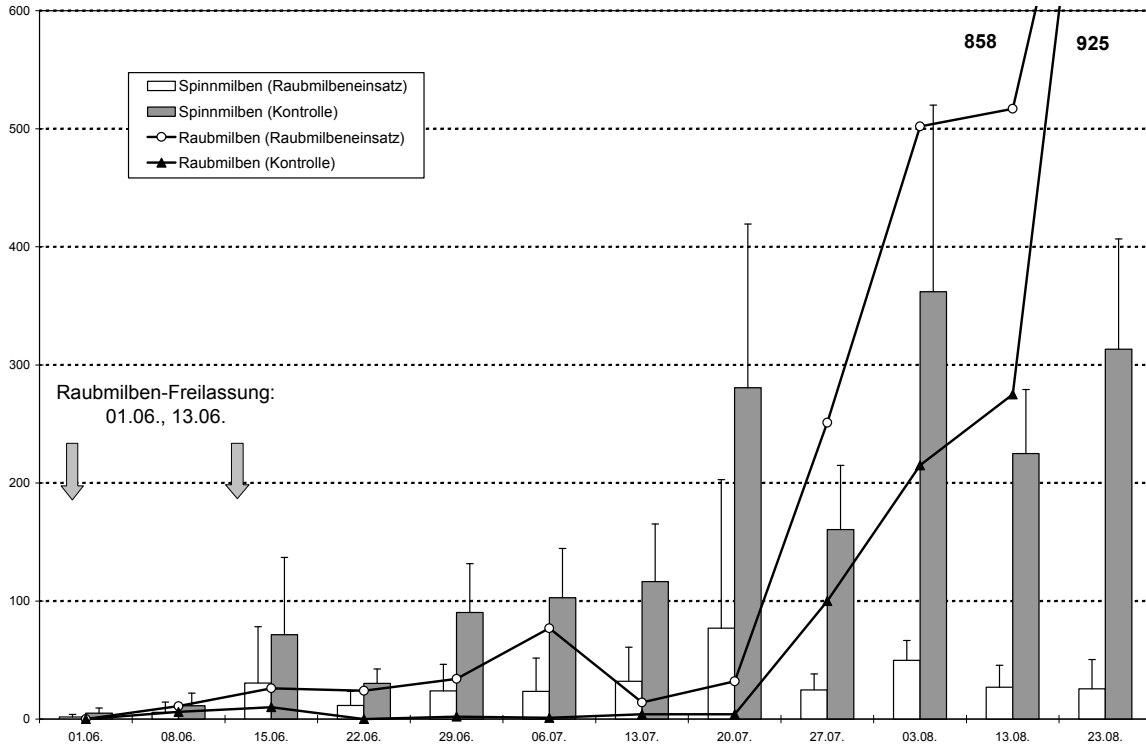


Abbildung 6.3.3: Entwicklung der Spinnmilben- und der Raubmilbenpopulation (Spinnmilben: Mittelwerte pro Blatt, $n = 30$; Raubmilben: Summe jeweils 120 bonitierter Blätter pro Versuchsglied) in Parzellen mit und ohne Einsatz von Raubmilben (Kontrolle) im Jahr 2007. Standort Buch, Sorte HT.

Die bei der Versuchsernte ermittelten Erträge lagen in der unbehandelten Kontrolle bei 19,6 dt/ha, in den Raubmilben-Parzellen bei 23,8 dt/ha und im restlichen, praxisüblich bewirtschafteten Garten mit zwei Akarizidbehandlungen bei 26,0 dt/ha. Zwischen den Erträgen der Kontrolle und der Raubmilben-Parzellen konnten zwar wegen der relativ hohen Varianzen bei einer ANOVA nur knapp keine signifikanten Unterschiede gefunden werden ($P=0,08$), doch waren auch die Erträge der Raubmilben-Parzellen mit jenen der praxisüblichen Bewirtschaftung statistisch gleich ($P=0,19$). Zwischen der Kontrolle und der Praxis bestand hingegen ein hochsignifikanter Unterschied ($P=0,0038$). Beim Gehalt an Alpha-Säuren lagen alle beernteten Varianten zwischen 6,09 und 6,25 % und es bestanden keinerlei signifikante Unterschiede.

6.3.3.4 Diskussion und Fazit

Der hervorragende Bekämpfungserfolg von Spinnmilben durch Raubmilben, der 2007 sogar in einem Jahr mit überdurchschnittlich starkem Befall erzielt werden konnte, ist das weitaus beste Ergebnis, das in über einem Jahrzehnt vergleichbarer Versuche in Hüll gelang. Ausschlaggebend für die eindeutigen Ergebnisse waren wohl ein sehr früher Spinnmilbenbefall des Versuchsgartens, der die ausgesetzten Nützlinge als Nahrungsgrundlage weitgehend in ihren Freilassungspartellen halten konnte – in den Vorjahren erfolgte die Ausbreitung der Tiere über die gesamte Versuchsfläche inklusive der Kontrolle relativ schnell, so dass Unterschiede im Spinnmilbenbefall bald verschwammen.

Ein echter Glücksgriff war auch die erstmals eingesetzte Kombination von *P. persimilis* und *A. californicus*, die offensichtlich für die Spinnmilbenbekämpfung im Freiland besonders gut geeignet ist. Diese Kombination sollte daher unbedingt auch in den kommenden Jahren in vergleichbaren Versuchen getestet werden, um die Ergebnisse des Jahres 2007 hoffentlich reproduzieren zu können. Fazit des Versuches ist jedenfalls die in Hüll schon länger vertretene Meinung, dass Raubmilben jene Nützlinge sind, denen am ehesten der Einzug in die Praxis des Hopfenbaus gelingen kann.

6.3.4 Untersuchungen zur Anlockung von Blattlaus- und Spinnmilben-Antagonisten

6.3.4.1 Zielsetzung

Bei der Kontrolle der Hopfenblattlaus *Phorodon humuli* wie auch der Gemeinen Spinnmilbe *Tetranychus urticae* sind die in Hopfengärten natürlicherweise vorkommenden Nützlinge [7] ein entscheidender Faktor. Die Ausnützung dieses Potentials ist bei der biologischen Schädlingskontrolle grundsätzlich dem teuren und arbeitsintensiven Einsatz zugekaufter Nützlinge vorzuziehen. Ein Problem dabei stellt allerdings die Tatsache dar, dass Nützlinge unter natürlichen Umständen erst dann am Hopfen auftreten, wenn Blattläuse oder Spinnmilben bereits ein gewisses Populationsniveau erreicht haben, das in der Regel von den Antagonisten nicht mehr völlig eliminiert wird und zu Schäden an der Pflanze führt.

Das Ziel des Vorhabens war es, nach Lockstoffen (volatile Substanzen wie flüchtige Pflanzeninhaltsstoffe oder Pheromone) zu suchen, die als Attraktantien für verschiedene Nützlingsarten an den Hopfen dienen könnten, um dort durch eine frühzeitige Eiablage bereits Gegenspieler der beiden Hauptschädlinge vor deren Massenvermehrung im Bestand zu haben. Wichtigstes Objekt der Untersuchungen sollte dabei die Florfliegenart *Chrysoperla carnea* darstellen, die regelmäßig in großer Dichte in Hopfengärten auftritt, und deren Larven als effektive Prädatoren von Blattläusen wie Spinnmilben wirksam sind.

6.3.4.2 Arbeitsplan und Methodik

Nach 2004 gewonnenen ersten Erfahrungen und Ergebnissen war es sinnvoll, erst Mitte Juli mit den Untersuchungen zu beginnen, da früher im Jahr die Dichte imaginaler Florfliegen im Hopfen nur sehr gering ist. Ab dem 17. Juli 2005 und dem 13. Juli 2006 wurden in fünf bzw. vier Hopfengärten, die teils deutlich voneinander entfernt lagen (Standorte: Hüll, Buch, Eichelberg, Oberempfenbach) je ein Satz Insektenfallen exponiert. Die Fallen bestanden aus deltaförmigen Häuschen aus Karton mit einer Grundfläche von 9x17 cm, die mit auswechselbaren Klebeböden ausgestattet waren. Unter dem „Dach“ der Falle wurde je ein Gummiseptum mit einem Kartonstreifen befestigt, in das jeweils die zu prüfende volatile Substanz getropft worden war, oder es wurde hier ein mit der Substanz imprägnierter PVC-Streifen befestigt. Jeder Fallensatz bestand aus fünf Fallen: Die zu testenden Lockstoffe Nepetalactol, Nepetalacton, Phenylacetaldehyd, 2-Phenylethanol sowie einer unbehandelten Kontrolle. 2006 wurde neben vier Standorten in Hopfengärten ein weiterer Fallensatz in der Lichtung eines Kiefernwaldes (an der „Schattenhalle“ in Hüll) exponiert. Die Fallen hingen jeweils acht Wochen lang bis Mitte September und wurden in wöchentlichen Intervallen durch den Wechsel der Klebeböden geleert.

Die Lockstoffe wurden nach vier Wochen in allen Fällen erneuert. Die gefangenen Florfliegen wurden später zur Art bestimmt, das Geschlecht ermittelt und gezählt.

6.3.4.3 Ergebnisse

Insgesamt wurden 2005 in den acht Wochen 520 und 2006 1475 Florfliegen-Individuen gefangen, die fast nur aus Männchen der Art *Peyerimhoffina gracilis* bestanden. Daneben wurden 2005 noch elf Männchen von *Chrysopa pallens* sowie je ein Weibchen von *Chrysopidia ciliata* und *Cunctochrysa albolineata* gefangen. Im Jahr 2006 wurden neben *P. gracilis* lediglich drei Männchen von *C. pallens* gefangen. Die Fänge von *P. gracilis* gelangen ausschließlich in Fallen, die mit Nepetalactol oder Nepetalacton beködert waren, jene von *C. pallens* ausschließlich in Nepetalactol-Fallen (Tabelle 6.3.8). Die Phänologie der Fänge 2005 von *P. gracilis* (Abbildung 6.3.4) zeigt einen Peak Anfang August mit einem zweiten, kleineren Maximum Anfang September, das wahrscheinlich eine zweiten Generation bedeutet. Im Jahr 2006 war ein deutliches Maximum zwischen 13. Juli und 2. August zu erkennen, das aber vorwiegend einem Schlechtwettereinbruch im August geschuldet war (Abbildung 6.3.5).

Bei der Auswahl der Versuchsgärten wurde 2006 gezielt versucht, die Wirksamkeit der Lockstoffe über möglichst große Distanzen zu testen. Da *P. gracilis* normalerweise ausschließlich an Koniferen lebt, wurden Gärten gewählt, die in möglichst großem Abstand von den nächsten Nadelholzbeständen lagen: Eichelberg Luftlinie 200 m, Oberempfenbach 250 m, Buch (HT) 150 m und Buch (SE) sogar 550 m.

Tabelle 6.3.8: Gesamtfang an Florfliegen-Individuen in je fünf Kairomonfallen in der Hallertau in den Jahren 2005 und 2006. Die Zahlen bedeuten Männchen, Weibchen. Lockstoffe: PAA = Phenylacetaldehyd, 2PE = 2-Phenylethanol, N-ol = Nepetalactol, N-on = Nepetalacton, Ctrl = unbehandelte Kontrolle.

2005	gesamt	Wirkstoff				
		PAA	2PE	N-ol	N-on	Ctrl
<i>C. ciliata</i>	0,1		0,1			
<i>C. pallens</i>	11,0			11,0		
<i>P. gracilis</i>	507,0			305,0	202,0	
<i>C. albolineata</i>	0,1		0,1			

2006	gesamt	Wirkstoff				
		PAA	2PE	N-ol	N-on	Ctrl
<i>C. pallens</i>	3,0			3,0		
<i>P. gracilis</i>	1472,0			956,0	516,0	

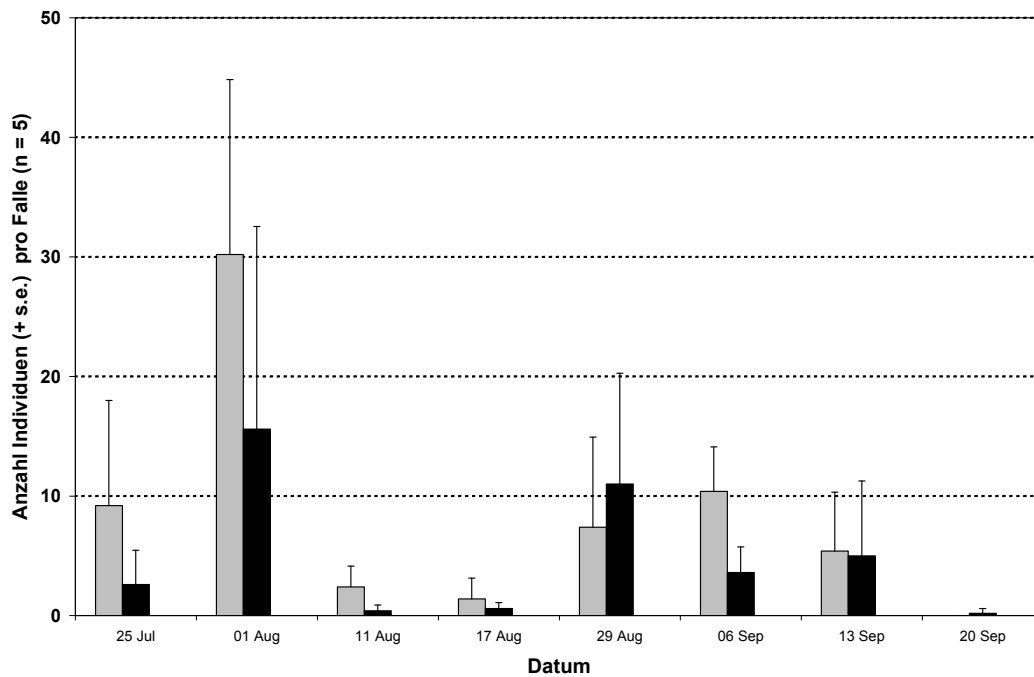


Abbildung 6.3.4: Fänge von *Peyerimhoffina gracilis*-Männchen in Kairomonfallen in Hopfengärten der Hallertau 2005 ($n = 507$). Graue Balken: *Nepetalactol* ($n=305$), schwarze Balken: *Nepetalacton* ($n=202$).

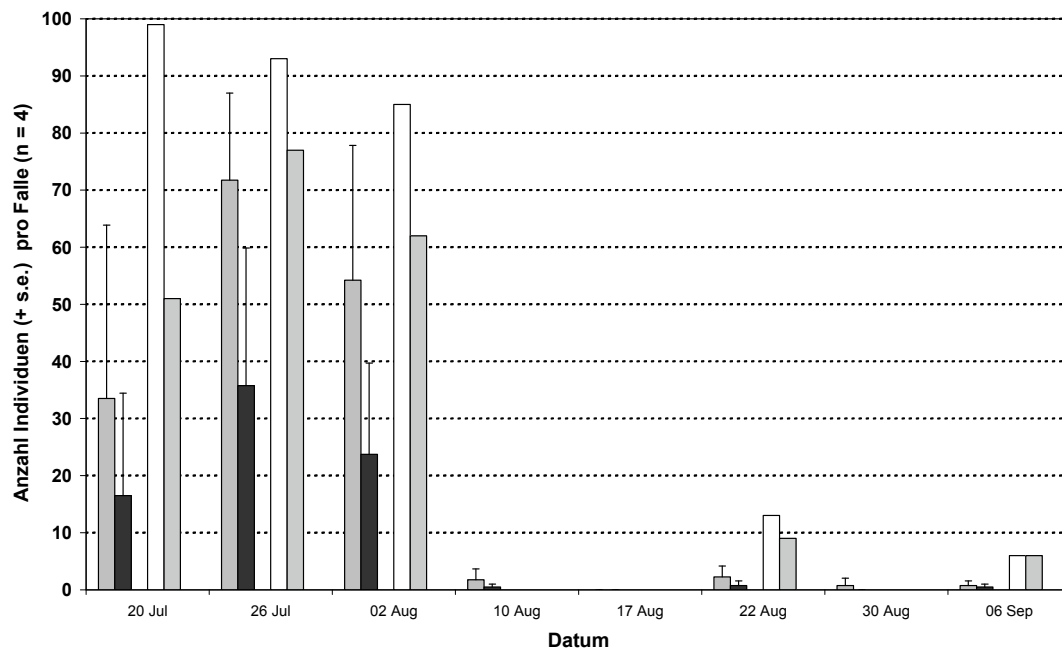


Abbildung 6.3.5: Fänge von *Peyerimhoffina gracilis*-Männchen in Kairomonfallen in Hopfengärten der Hallertau 2006 ($n = 1472$). Graue Balken: *Nepetalactol* ($n=660$), schwarze Balken: *Nepetalacton* ($n=311$). Zum Vergleich Ergebnisse der Fallen aus einer Waldlichtung: Weiße Balken: *Nepetalactol* ($n=296$), schraffierte Balken: *Nepetalacton* ($n=205$).

6.3.4.4 Diskussion und Fazit

Die Attraktion von *Peyerimhoffina gracilis*-Männchen durch Nepetalacton bzw. Nepetalactol wurde wie 2004 eindeutig bestätigt. Besonders die Fänge aus einem Garten in Buch, der in 550 m Entfernung von den nächsten Nadelbäumen lag – mit insgesamt 419 Individuen wurden hier die meisten Florfliegen gefangen – belegen die extrem weit reichende Wirkung eines passenden Kairomons auf eine bestimmte Art. Auch die Lockwirkung von Nepetalactol auf Männchen von *Chrysopa pallens* kann als eindeutig bezeichnet werden. Unerwartet verliefen dagegen die Versuche, mit Phenylacetaldehyd bzw. 2-Phenylethanol eine Anlockung von *Chrysoperla carnea*, dem eigentlichen Ziel der Untersuchungen, zu erreichen. Obwohl beide Substanzen in aktueller Literatur als sehr gute Attraktantien für diese Art beschrieben werden [8] [9], gelang nicht ein einziger Fang.

Wenn man den passenden Lockstoff für eine Florfliegenart findet und einsetzt, ist eine Anlockung über große Distanzen möglich. Für *Chrysoperla carnea* fehlt das Wissen um eine entsprechende Substanz noch, so dass weitere Untersuchungen in den Folgejahren sinnvoll sind.

6.3.5 Einsatz entomopathogener Nematoden (EPN) zur biologischen Bekämpfung des Luzernerüsslers *Otiorhynchus ligustici* im Hopfen

6.3.5.1 Zielsetzung

Der Luzernerüssler *Otiorhynchus ligustici* verursacht jährlich auf ca. einem Drittel der deutschen Hopfenanbaufläche wirtschaftliche Schäden. Besonders betroffen sind die Anbaugelände Hallertau und Elbe-Saale. Die Verfügbarkeit zugelassener Insektizide für diese Indikation wird immer schwieriger. Außerdem richtet sich die chemische Bekämpfung nur gegen den Käfer und nicht gegen die ebenfalls schädigenden Larven. Eine Regulierung auf biologische Weise durch die Ausbringung und mögliche Etablierung insektenpathogener Nematoden würde eine umweltfreundliche, nachhaltige Alternative darstellen. In diesem Projekt sollten die Grundlagen für die Methodik des Einsatzes von entomopathogenen Nematoden (EPN) und entsprechende Erfolgskontrollen getestet werden. Langfristiges Ziel soll eine dauerhafte Ansiedlung von EPN im Boden und eine damit verbundene nachhaltige Reduzierung des Schädling sein.

6.3.5.2 Arbeitsplan und Methodik

Mit Hilfe der sehr arbeitsaufwändigen Fangpflanzen-Methode – d.h. Anbieten von Rotklee zwischen den Hopfenstöcken als Fraß- und Eiablagepflanze für die Käfer – sollten als Voruntersuchung zwei Nematodenarten auf Unterschiede in ihrer Wirksamkeit untersucht werden. Nachdem 2005 bereits *Heterorhabditis bacteriophora* und *Steinernema feltiae* getestet worden waren, wurden die Versuche 2006 mit *H. bacteriophora* und *Steinernema carpocapsae* durchgeführt.

Zu diesem Zweck wurde im Spätsommer 2005 Rotklee in insgesamt 360 kleinen Plastiktopfen (10x10x12 cm) in sandiger Erde angesät und während des Winters im Freien stehen gelassen. Der angesäte Rotklee hatte sich bis zum Frühjahr 2006 zu dichten, gut bewurzelten Soden entwickelt. Am 20. und 26.04.2006 wurde der Käferbesatz in einigen, aus den Vorjahren gut bekannten Hopfengärten in Oberulrain, Mühlhausen und Untermantelkirchen kontrolliert. Die vorgezogenen Rotkleesoden wurden in den

zwei Hopfengärten mit dem stärksten ermittelten Käferbefall ausgepflanzt: Am 27.04.2006 in Oberulrain und am 05.05.2006 in Untermantelkirchen. In diesen Gärten wurden in jenen Bereichen, die bei den Kontrollen die größte Käferdichte gezeigt hatten, insgesamt je zwölf Parzellen à 15 Hopfenstöcke in vier (Untermantelkirchen) bzw. sechs (Oberulrain) Bifängen festgelegt. Die Parzellen wurden als je vier Wiederholungen randomisiert auf drei Versuchsglieder verteilt: (1) Einsatz von *Heterorhabditis bacteriophora*, (2) Einsatz von *Steinernema carpocapsae* und (3) unbehandelte Kontrolle. Schließlich wurden die 180 Rotklee-Soden pro Garten zwischen den Hopfenstöcken in die Reihen gepflanzt; da in beiden Fällen nach der Pflanzaktion Regen fiel, wuchs der Klee auch gut an. Anschließend wurde der Klee wie auch die Hopfenstöcke viermal (Oberulrain) bzw. dreimal (Untermantelkirchen) auf Rüsselkäfer und deren Fraßspuren bonitiert (Tabelle 6.3.9).

Die eigentliche Ausbringung der Nützlinge erfolgte in Untermantelkirchen am 25.07. und in Oberulrain am 23.08.2006. Dabei wurden die beiden Nematodenarten mit einer Menge von je 1 Mio. Infektionslarven in 1 l Wasser pro Hopfenstock und 0,5 Mio. in 0,5 l Wasser pro Rotklee in den jeweiligen Parzellen ausgebracht. Zur Ausbringung wurde die zwei auf einen Schlepper montierten und mit einem Rührwerk versehenen 100 l-Tanks des Einzelrebenbehandlungsgerätes verwendet, die mit jeweils gut 90 l Wasser gefüllt wurden. Kurz vor der Ausbringung wurden die EPN – die als kleines Gebinde fabrikverpackt in Tonmineral und gekühlt aufbewahrt worden waren – erst in einem Plastikbecher in Wasser gelöst und diese Suspension dann mit laufendem Rührwerk in einen der Tanks gefüllt. Von dort wurde die nun in der gewünschten Konzentration vorliegende EPN-Suspension über eine schlepperbetriebene Pumpvorrichtung in eine Plastikwanne an der Hinterseite des Schleppers (auf der Plattform des Einzelrebengerätes) gepumpt, von wo aus die Suspension bei langsamer Fahrt von zwei Personen mit Plastik-Messbechern direkt in der jeweiligen Menge an den Hopfenstock bzw. auf den Klee gegossen wurde. Dieses Verfahren erwies sich als sehr gut praktikierbar, einfach und schnell. Zu beachten war, dass die EPN möglichst nicht mit direktem Sonnenschein in Kontakt kommen sollten, da sie von UV-Strahlung stark beeinträchtigt werden. Daher erfolgte die erste Ausbringung bei bedecktem Himmel, optimalerweise kurz vor einem Regenschauer, während die zweite Ausbringung während der hochsommerlichen Hitzeperiode 2006 erst in den Abendstunden gegen 20 Uhr durchgeführt wurde.

Jeweils etwa vier Wochen nach der Ausbringung der EPN – in Untermantelkirchen am 25.07. und in Oberulrain am 23.08.2006 – wurden die gesamten 180 Kleesoden jedes Versuchsgartens ausgegraben, jeweils mit ihrem Erdreich in eine große Plastikwanne gelegt und die Wurzeln auf Fraßspuren sowie auf das Vorhandensein von Rüsselkäfer-Larven genau untersucht.

6.3.5.3 Ergebnisse

Die Besiedelung der eingegrabenen Kleesoden im Frühjahr erfolgte sehr schnell, d.h. bereits eine Woche nach der Pflanzung war deutlich erkennbar, dass sie von den Käfern als Futterpflanze und somit wahrscheinlich auch als Eiablagesubstrat angenommen wurden. In Oberulrain war die bonitierte Käferdichte allerdings für den Versuch als sehr gering anzusehen und lag deutlich unter der des Vorjahres. In Untermantelkirchen waren die Käferdichten 2006 deutlich höher und über alle Parzellen relativ ausgeglichen (Tabelle 6.3.9).

Tabelle 6.3.9: Bonituren der Kleesoden als Fangpflanzen von *O. ligustici* im Frühjahr 2006 vor der Behandlung. Standorte: Oberulrain und Untermantelkirchen. Die Zahlen bedeuten Fraßstellen an Kleeblättern / Käfer pro Parzelle. Alle Angaben sind Mittelwerte aus 4 Wiederholungen à 15 Kleesoden.

Behandlung/Datum	4. Mai	11. Mai	18. Mai	8. Juni
Oberulrain				
<i>H. bacteriophora</i>	3,75 / 0,75	1,50 / 1,00	12,00 / 0,75	9,00 / 0,50
<i>S. carpocapsae</i>	2,75 / 0,25	1,75 / 0,75	11,00 / 1,00	10,00 / 0,50
unbehandelt	4,75 / 0,75	1,00 / 0,25	10,50 / 0,25	5,50 / 0,00
Untermantelkirchen				
<i>H. bacteriophora</i>		6,50 / 2,25	15,00 / 1,00	14,25 / 2,00
<i>S. carpocapsae</i>		3,00 / 4,75	15,00 / 2,00	14,50 / 1,25
unbehandelt		4,25 / 3,50	15,00 / 1,50	14,50 / 3,75

Die Bonituren der ausgegrabenen Kleesoden etwa vier Wochen nach Behandlung ergaben unterschiedliche Ergebnisse: In Untermantelkirchen wurden Ende Juli nur sehr wenige Fraßspuren an den Wurzeln ermittelt und überhaupt keine Käferlarve gefunden. Dagegen wurden in Oberulrain vier Wochen später deutlich mehr Fraßspuren ermittelt, und es wurden insgesamt an 180 Kleesoden zehn Käferlarven des Stadiums F-2 mit Größen von 5 bis 7 mm entdeckt.

6.3.5.4 Diskussion und Fazit

Generell waren die Zahlen der mit der Fangpflanzenmethode ermittelten Käferlarven in beiden Jahren viel zu gering, um eine Aussage treffen zu können. Dass die Larven zumindest ab dem Stadium F-2 problemlos gefunden werden können, zeigt die Bonitur Ende August in Untermantelkirchen. Dass im Juli in Oberulrain keine einzige Larve nachgewiesen wurde, lässt zwei Erklärungsmöglichkeiten zu: Entweder hatten die EPN hier so gut gewirkt, dass keine Larven mehr vorhanden waren – allerdings wurde in den unbehandelten Parzellen auch keine einzige Larve nachgewiesen – oder die Käferlarven waren zu diesem Zeitpunkt noch zu klein, um sie bei den Bonituren entdecken zu können.

Außerdem war die Käferdichte an diesem Standort 2006 überhaupt sehr gering, so dass letztere Erklärung wahrscheinlicher scheint. Aber auch in Untermantelkirchen waren keinerlei Unterschiede zwischen behandelten und unbehandelten Parzellen erkennbar. Unter dem Strich war diese höchst arbeitsaufwendige Methode zur Beantwortung der Fragestellung ungeeignet, welche Nematodenart für die eigentlichen Versuche die richtige ist.

Die Wirksamkeitstests mit Hilfe der sehr arbeitsaufwendigen Fangpflanzen-Methode erbrachten keinerlei Unterschiede zwischen den Nematoden-Arten.

Unter Berücksichtigung dieser Ergebnisse sowie der 1993 ermittelten höheren Effektivität von *S. carpocapsae* [10] und der Tatsache, dass die in den Hopfengärten der Hallertau indigenen Steinernema-Arten eine wesentlich höhere Persistenz als *H. bacteriophora* im Boden zeigen [11], wird vorgeschlagen, in Zukunft mit *Steinernema carpocapsae* zu arbeiten.

Alternativ wäre auch die neuerdings vom Produzenten der Nematoden angebotene Mischung *Heterorhabditis bacteriophora* und *Steinernema feltiae* (1:1) denkbar, die wegen der unterschiedlichen Temperaturoptima der beiden Arten angeblich Bodentemperaturen von 8 bis 25°C abdeckt.

6.3.6 Literatur

- [1] Weihrauch F., Moreth L. (2005): Behavior and population development of *Phorodon humuli* (Schrank) (Homoptera: Aphididae) on two hop cultivars of different susceptibility. *Journal of Insect Behavior* 18: 693-705
- [2] Kralj D., Kač M., Dolinar M., Žolnir M., Kralj S. (1998): Marker-assisted hop (*Humulus lupulus* L.) breeding. *Monatsschrift für Brauwissenschaft* 1998(7/8): 111-119
- [3] Darby P., Campbell C.A.M. (1996): Aphid-resistant hops – the key to integrated pest management in hops. Brighton Crop Protection Conference – Pests & Diseases – 1996: 893-898
- [4] Kindsmüller G. (2005): Optimierung eines Biotests zur Blattlausanfälligkeit von Hopfensorten und Zuchtstämmen. Diplomarbeit, Fachhochschule Weihenstephan, Fachbereich Land- und Ernährungswirtschaft. 107 pp.
- [5] Weihrauch F. (2003): Praxisnaher Einsatz von *Typhlodromus pyri* zur Kontrolle von *Tetranychus urticae* in der Sonderkultur Hopfen: Probleme und Perspektiven (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Phytomedizin* 33(1): 39-40
- [6] Weihrauch F. (2005): Stand der Dinge bei Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur Kontrolle von *Tetranychus urticae* in der Sonderkultur Hopfen (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Phytomedizin* 35(1): 33-34
- [7] Weihrauch, F. (2006): Systematische Liste der in Hopfengärten der Hallertau bislang nachgewiesenen Nutzinsekten (Stand: 1. Dezember 2006). Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising. Online im Internet, URL: <http://www.lfl.bayern.de/ipz/hopfen/23409/nutzinsekten.pdf>
- [8] Tóth M., Bozsik A., Szentkirályi F., Letardi A., Tabilio M.R., Verdinelli M., Zandigiacomo P., Jekisa J., Szakurán I. (2006): Phenylacetaldehyde: A chemical attractant for common green lacewings (*Chrysoperla carnea* s.l., Neuroptera: Chrysopidae). *European Journal of Entomology* 103: 267-271
- [9] Zhu J., Obrycki J., Ochieng S.A., Baker T.C., Pickett J.A., Smiley D. (2005): Attraction of two lacewing species to volatiles produced by host plants and aphid prey. *Naturwissenschaften* 92: 277-281
- [10] Arndt M. (1993): Entomopathogene Nematoden zur biologischen Bekämpfung des Luzernerüsslers (*Otiorynchus ligustici*) in Hopfen. *Hopfen-Rundschau* 44(12): 304-305
- [11] Susurluk I.A. (2005): Establishment and persistence of the entomopathogenic nematodes, *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora*. Dissertation, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. 112 pp.

7 Hopfenqualität und Analytik

ORR Dr. Klaus Kamhuber, Dipl. Chemiker

7.1 Allgemeines

Die Arbeitsgruppe IPZ 5d führt im Arbeitsbereich IPZ 5 Hopfen alle analytischen Untersuchungen durch, die zur Unterstützung von Versuchsfragen der anderen Arbeitsgruppen benötigt werden. Der Hopfen hat drei Gruppen von braurelevanten Inhaltsstoffen: die Bitterstoffe, die ätherischen Öle und die Polyphenole. Von den Bitterstoffen werden die α -Säuren als das primäre wirtschaftliche Qualitätsmerkmal des Hopfens angesehen, da sie ein Maß für das Bitterpotential darstellen und durch ihre antimikrobielle Wirkung für die biologische Stabilität des Bieres sorgen. Die ätherischen Öle sind für den Geruch und das Aroma verantwortlich. Ihre beruhigenden Eigenschaften können in der Medizin genutzt werden. Die Polyphenole sind antioxidativ und können freie Radikale einfangen. Insbesondere Xanthohumol erlangte in den letzten Jahren wegen seiner bemerkenswerten antikanzerogenen Eigenschaften großes öffentliches Interesse. Die Substanz 8-Prenylnaringenin, die im Hopfen in Spuren vorkommt, gilt als eines der stärksten Phytoöstrogene und verleiht dem Hopfen damit eine leicht östrogene Wirkung. Es wäre wichtig, dass für den Hopfen auf Grund seiner vielfältigen Inhaltsstoffe auch andere alternative Anwendungsmöglichkeiten außerhalb der Brauerei erschlossen werden könnten, 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

Bisher richtet sich die Selektion von Hopfensorten hinsichtlich der Inhaltsstoffe hauptsächlich nach den Anforderungen der Brauindustrie. Es sollen Bittersorten mit möglichst hohen und stabilen α -Säuregehalten ohne besondere Anforderungen gezüchtet werden. Andererseits sind Bitterhopfen mit sehr gutem Aroma und niedrigen Cohumulongehalten wie Hallertauer Magnum und Hallertauer Taurus erwünscht. Der Cohumulonanteil als Qualitätsparameter verliert an Bedeutung.

Bei den Aromasorten ist nach wie vor ein exzellentes Aroma, das den alten Landsorten Hersbrucker Spät, Hallertauer Mittelfrüher oder auch Tettninger gleichkommt, erste Priorität. Die Substanz Linalool hat sich als Leitsubstanz für die Aromaqualität herauskristallisiert. Die neueren Aromasorten sollen aber im α -Säuregehalt und in der α -Säurenstabilität pro Erntejahr die alten Landsorten übertreffen. Die Hüller Züchtungen Saphir, Smaragd und Opal können diesbezüglich als echte Fortschritte angesehen werden.

7.2.2 Alternative Anwendungsmöglichkeiten

Die β -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 β -Säuren als natürliche Biozide überall dort einzusetzen, wo Bakterien unter Kontrolle gehalten werden müssen. In der Zucker- und Ethanolindustrie wird teilweise schon Formalin durch β -Säuren ersetzt. Weitere Anwendungsmöglichkeiten hinsichtlich der antimikrobiellen Aktivität sind: Hygienisierung von biogenen Abfällen (Klärschlamm, Kompost), Beseitigung von Schimmelpilzbefall, Geruchs- und Hygieneverbesserung von Streu, Kontrolle von Allergenen. Für diesen Anwendungsbereich ist in der Zukunft sicher ein größerer Bedarf an Hopfen denkbar. In Hüll ist ein Zuchtstamm vorhanden, der bedingt durch eine zufällig aufgetretene, natürliche Mutation nur β -Säuren produzieren kann.

Die andere Möglichkeit für alternative Anwendungen ist der Bereich Gesundheit und Wellness. Hopfen könnte für Nahrungsergänzungsmittel, Functional Foods oder Medikamente genutzt werden. Wie in der Einleitung erwähnt, ist besonders Xanthohumol eine Substanz mit großen Fähigkeiten. 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 physiologische Wirkungen. Die Substanz Quercetin hat ein sehr starkes antioxidatives Potential und kommt im Hopfen in einer Größenordnung von bis zu 0,2 % vor. Diese Substanz wird als für die Gesundheit sehr positiv angesehen und ist auch in Äpfeln in größeren Mengen enthalten. Die anderen Polyphenole wie die Catechine und Proanthocyanidine sind negativ mit den α -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 deren Konzentrationen im Hopfen.

Substanzen und Substanzgruppen	Konzentrationen
Phenolische Carbonsäuren	
1) Benzoesäure-Derivate	< 0,01 %
2) Zimtsäure-Derivate	0,01 – 0,03 %
Flavonoide	
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 %
Höher molekulare Substanzen	
8) Catechingerbstoffe und Tannine	2,00 – 7,00 %

Für die Hopfenpolyphenole gibt es bis jetzt noch keine offiziellen Analysemethoden, deshalb sollen quantitative Analysemethoden 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. Xanthohumol wird zusammen mit den Bitterstoffen analysiert. Für die Analytik einzelner niedermolekularer Polyphenole ist eine HPLC-Methode in der Entwicklung. Es soll später auf UHPLC umgestellt werden. Quercetin und Kämpferol kommen im Hopfen ausschließlich glykosidisch gebunden vor. Nach hydrolytischer Abspaltung der Zucker ist eine quantitative Bestimmung mit HPLC möglich. Die Abbildung 7.1 zeigt ein typisches HPLC-Chromatogramm.

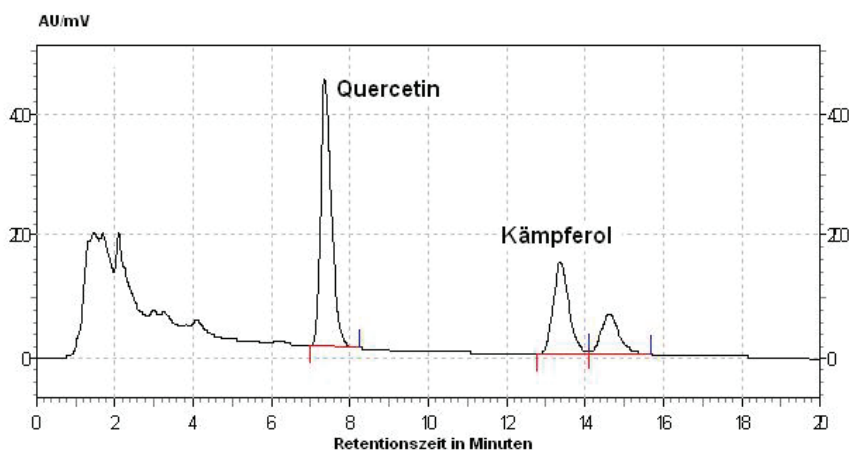


Abbildung 7.1: HPLC-Chromatogramm von Quercetin und Kämpferol im Hopfen

Die Methoden für den Gesamtpolyphenol und Gesamtflavanoidgehalt wurden bereits innerhalb der AHA in Ringversuchen getestet. Insbesondere für den Gesamtpolyphenolgehalt ist die Streuung noch relativ hoch. Der Variationskoeffizient liegt etwa bei 10 %. Diese Methoden bedürfen noch einiger Verbesserungen und Verfeinerungen. Für die HPLC-Methoden sind demnächst Ringversuche geplant. Die bisher durchgeführten Arbeiten ergeben jedoch schon ein sehr konkretes Bild über die Polyphenolzusammensetzung des Hopfens (Tabelle 7.1).

Um alternative Anwendungsmöglichkeiten für Hopfen zu erschließen ist die Erforschung der Inhaltsstoffe von immenser Bedeutung. Insbesondere die Polyphenole besitzen ein großes Potential für Anwendungen im Lebensmittel- und Gesundheitsbereich. Die bisherigen Analysemethoden müssen jedoch noch verbessert und standardisiert werden.

7.4 Welthopfensortiment (Ernte 2006)

Dieses Untersuchungsprogramm wird jedes Jahr durchgeführt. Ziel ist die Bestimmung der qualitäts- und sortenspezifischen Inhaltsstoffe der verfügbaren in- und ausländischen Hopfensorten bei Anbau unter den Standortbedingungen in Hüll. Die Tabelle 7.2 zeigt die Ergebnisse des Erntejahrs 2006. Sie kann als Hilfsmittel dienen, um unbekannte Hopfensorten einem bestimmten Sortentyp zuzuordnen.

Tabelle 7.2: Welthopfensortiment 2006

Sorte	Myrcen	2-M.-iso-butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	γ -Muu-rolen	β -Seli-nen	α -Seli-nen	Cadi-nen	Seli-nadien	Gera-niol	α -Säu-ren	β -Säu-ren	β/a	Cohu-mulon	Colu-pulon
Admiral	3702	554	3	23	31	0	9	277	7	8	5	3	17	0	0	13,0	5,9	0,45	29,2	57,6
Agnus	2652	104	2	6	8	2	3	143	0	7	6	5	15	0	0	11,3	7,8	0,69	32,5	53,2
Ahil	3119	224	28	3	10	4	6	191	46	7	7	5	15	0	0	8,8	4,4	0,50	31,3	57,2
Alliance	992	151	0	1	16	0	6	303	6	9	6	4	19	0	0	4,3	2,6	0,60	28,4	56,0
Alpharoma	1608	176	14	7	8	0	7	284	20	10	7	5	19	0	0	8,1	3,3	0,41	26,6	54,8
Apolon	3091	84	25	5	15	4	3	210	35	9	8	5	16	0	0	4,5	3,9	0,87	34,0	54,1
Aquila	4218	47	0	93	22	40	14	15	0	12	66	73	10	90	0	4,9	3,3	0,67	47,0	69,2
Aromat	3747	17	4	5	43	0	27	357	16	11	0	4	19	0	0	3,3	3,9	1,18	29,6	48,3
Atlas	2991	989	26	7	21	8	2	208	36	10	11	7	17	0	0	4,8	3,0	0,63	27,1	54,5
Aurora	4161	161	5	30	32	0	26	281	21	8	3	2	16	0	0	8,7	4,3	0,49	25,0	51,1
Backa	763	224	4	8	10	0	9	299	12	10	6	2	19	0	0	6,5	4,5	0,69	33,7	56,9
Belgisch Spalter	2355	262	4	12	22	14	13	175	0	10	27	28	15	38	0	5,1	3,3	0,65	26,5	49,2
Blisk	2287	261	24	5	19	0	4	216	36	9	7	5	16	0	0	7,1	4,2	0,59	28,4	53,5
Boadicea	1074	75	1	8	3	2	2	112	8	7	6	5	15	0	0	5,2	4,5	0,87	23,2	44,2
Bobek	8247	278	17	97	57	0	15	262	29	8	6	3	15	0	0	6,4	6,3	0,98	30,5	49,1
Bor	2423	122	3	36	8	0	6	302	0	8	4	2	16	0	0	8,8	4,9	0,56	28,3	51,2
Braustern	2146	109	2	36	7	0	4	244	0	7	4	3	14	0	0	5,2	4,7	0,90	31,7	51,2
Brewers Gold	1602	252	9	8	10	0	3	177	0	8	7	6	16	0	0	6,3	3,7	0,59	38,5	59,3
Brewers Stand	8492	1190	43	45	52	47	21	83	0	102	94	83	171	90	0	4,3	4,5	1,05	30,1	46,1
Buket	1701	99	4	33	13	0	11	283	19	9	4	3	17	0	0	9,8	5,5	0,56	27,0	51,7
Bullion	1613	158	13	12	10	0	2	169	0	8	7	5	16	0	0	4,9	4,4	0,90	36,4	54,8
Cascade	3470	300	31	10	21	0	10	273	16	11	21	16	22	0	0	4,8	4,9	1,02	26,8	46,1
Chang bei 1	1597	31	5	2	40	0	13	250	13	11	23	22	20	22	0	4,0	5,3	1,33	24,9	43,4
Chang bei 2	1455	3	6	3	41	0	14	249	12	9	20	19	18	21	0	3,8	5,4	1,42	23,0	42,1
College Cluster	611	139	12	5	5	0	4	136	0	5	6	5	9	0	0	6,1	2,7	0,44	27,0	54,0
Columbus	2153	156	11	6	11	0	2	150	0	22	13	10	43	13	0	11,0	5,4	0,49	30,6	56,8
Comet	2083	61	8	23	11	0	3	10	0	2	35	39	5	11	0	8,8	4,9	0,56	30,7	51,1

Fortsetzung Tabelle 7.2

Sorte	Myrcen	2-M-iso-butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	γ -Muurolen	β -Selinen	α -Selinen	Cadinen	Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/a	Columon	Colupolon
Crystal	957	25	7	9	21	47	15	193	0	14	47	47	18	69	0	3,6	6,9	1,92	24,1	40,9
Density	2327	288	14	7	46	0	16	291	0	11	8	2	20	0	0	3,8	2,5	0,66	35,4	64,2
Diva	2919	71	6	21	26	0	16	311	7	11	140	143	26	0	0	5,1	6,3	1,24	25,4	48,7
Dunav	2549	177	4	53	8	0	5	198	10	8	4	2	16	0	0	6,0	6,5	1,08	29,3	46,7
Early Choice	4861	183	0	47	7	0	7	244	0	6	51	57	12	0	0	2,2	1,6	0,73	22,8	50,9
Eastern Gold	1422	2	1	2	9	0	5	188	11	20	10	8	41	11	0	13,8	5,5	0,40	27,1	50,1
Eastwell Golding	1476	133	1	7	13	0	6	288	0	8	5	4	16	0	0	4,2	3,7	0,88	28,8	49,9
Emerald	1192	53	7	10	5	0	7	306	0	7	5	4	16	0	0	7,2	5,5	0,76	27,1	47,7
Eroica	2202	414	49	64	4	14	6	176	0	8	9	7	15	0	0	6,4	4,9	0,77	34,2	56,4
Estera	1580	152	0	4	19	0	6	285	11	9	4	2	16	0	0	2,9	2,7	0,93	32,5	54,1
First Gold	3702	577	4	12	23	5	11	274	6	9	126	155	24	0	0	8,6	4,7	0,55	27,2	52,8
Fuggle	1899	154	1	7	16	0	8	272	11	9	4	2	16	0	0	3,8	3,1	0,82	31,1	52,4
Galena	3584	572	51	102	6	9	5	184	0	9	7	5	16	0	0	7,6	5,5	0,72	33,7	55,5
Ging Dao Do Hua	3355	895	3	3	26	0	8	249	0	23	60	62	48	0	0	5,8	5,3	0,91	39,3	57,5
Glacier	2716	32	7	5	36	0	8	287	0	8	5	3	16	0	0	7,4	9,4	1,27	28,3	43,4
Golden Star	3812	1035	3	3	28	0	7	257	0	24	58	60	50	0	0	5,9	5,3	0,90	39,6	58,1
Granit	999	52	6	9	4	0	14	201	0	6	8	6	13	0	0	6,6	5,2	0,79	27,2	47,0
Hallertauer Gold	1387	71	28	5	16	0	7	332	0	8	4	2	16	0	0	6,4	5,9	0,92	23,0	44,0
Hall. Magnum	5446	161	40	21	7	3	4	294	0	6	3	2	12	0	0	11,4	8,0	0,70	29,5	49,9
Hall. Merkur	2616	158	17	5	16	3	5	289	0	9	5	3	17	0	0	13,3	8,1	0,61	22,0	43,0
Hallertauer Mfr.	771	75	1	0	21	0	6	331	0	10	4	2	18	0	0	3,4	4,4	1,29	21,5	42,0
Hall. Taurus	10838	282	29	28	46	0	10	286	0	8	63	80	20	0	0	15,0	5,7	0,38	25,4	48,5
Hall. Tradition	980	112	12	0	20	0	10	324	0	9	5	2	18	0	0	6,7	4,8	0,72	28,6	50,3
Herald	5010	469	5	84	11	7	21	219	0	7	38	41	17	0	0	12,0	4,5	0,38	30,2	63,4
Herkules	7424	337	61	132	12	0	7	270	0	7	4	2	15	0	0	15,3	6,1	0,40	36,5	54,5
Hersbrucker Pure	2184	110	6	14	29	23	18	213	0	12	32	34	19	53	0	4,9	3,0	0,61	27,7	53,3
Hersbrucker Spät	1143	27	8	0	29	57	12	172	0	16	54	54	20	72	0	2,1	6,9	3,29	26,9	39,7

Fortsetzung Tabelle 7.2

Sorte	Myrcen	2-M-iso-butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	γ -Muu-rolen	β -Seli-nen	α -Seli-nen	Cadi-nen	Seli-nadien	Gera-niol	α -Säu-ren	β -Säu-ren	β/a	Cohu-mulon	Colu-pulon
Horizon	5107	214	11	34	32	6	6	172	12	5	8	6	10	0	0	9,4	6,2	0,66	26,5	48,3
Hüller Anfang	750	80	7	0	16	0	5	325	0	10	4	3	16	0	0	2,8	4,0	1,43	20,0	44,3
Hüller Aroma	912	83	2	0	20	0	6	325	0	9	5	3	19	0	0	3,2	4,0	1,25	21,0	44,5
Hüller Bitter	1195	151	38	0	23	21	8	172	0	56	59	53	91	72	0	5,4	5,2	0,96	29,9	47,4
Hüller Fortschritt	1253	72	8	0	25	0	7	318	0	9	4	2	15	0	0	3,1	4,3	1,39	24,5	45,4
Hüller Start	962	49	1	2	11	0	8	328	0	11	5	3	18	0	0	2,4	3,3	1,38	16,6	44,2
Japan C 730	1302	12	14	27	17	0	12	151	29	7	9	6	11	0	0	3,6	2,9	0,81	32,0	55,5
Japan C 827	816	14	11	3	6	0	6	301	13	7	6	4	16	18	0	6,6	3,2	0,48	28,0	55,1
Japan C 845	900	13	5	10	3	0	3	282	19	8	4	3	17	0	0	11,4	5,4	0,47	23,1	46,4
Japan C 966	4966	27	41	9	18	10	4	258	155	9	40	41	17	0	0	4,7	2,5	0,53	32,0	48,0
Kirin 1	2327	838	4	4	23	0	8	256	0	23	46	47	45	0	0	5,7	5,5	0,96	41,7	56,5
Kirin 2	3119	1030	3	3	25	0	7	253	0	25	57	57	49	0	0	5,3	5,2	0,98	40,1	56,3
Kitamidori	873	14	5	11	3	0	3	286	17	9	4	3	17	0	0	10,7	5,3	0,50	22,6	44,4
Kumir	3000	100	4	13	18	0	7	286	8	8	4	3	16	0	0	9,9	5,7	0,58	27,2	48,4
Late Cluster	10625	1110	30	50	54	49	26	60	21	101	96	81	169	77	0	4,1	4,0	0,98	30,0	49,0
Liberty	803	45	1	6	15	2	9	294	0	11	9	7	20	5	0	4,8	3,7	0,77	23,2	48,5
Lubelski	3594	10	5	0	37	0	20	309	29	9	0	0	16	0	0	3,4	4,3	1,26	25,8	44,9
Malling	2371	126	0	7	18	0	5	276	16	8	3	2	13	0	0	2,2	2,2	1,00	34,1	54,1
Marynka	2481	239	3	27	7	6	6	155	56	8	9	7	14	0	0	7,2	4,7	0,65	23,9	46,4
Mt. Hood	198	18	12	0	4	0	5	317	0	13	6	4	21	0	0	4,7	6,1	1,30	26,6	43,1
Neoplanta	1499	75	2	23	4	0	6	237	18	8	4	3	16	0	0	7,6	4,1	0,54	32,7	58,6
Northern Brewer	3216	121	2	52	6	0	5	248	0	8	4	3	15	0	0	8,6	6,1	0,71	31,1	50,9
Nugget	1507	88	3	9	12	2	3	168	0	5	7	6	9	0	0	12,3	5,2	0,42	30,6	54,2
NZ Hallertauer	3695	190	4	25	28	4	12	181	11	10	27	27	16	33	0	5,1	7,4	1,45	33,8	46,6
Olympic	1508	97	3	10	11	3	4	155	0	4	8	8	9	0	0	11,5	4,6	0,40	29,1	55,3
Omega	3131	541	25	16	18	0	8	287	0	8	58	65	20	0	0	7,6	3,9	0,51	25,4	53,3
Opal	1907	33	21	23	23	2	7	259	0	7	4	2	17	21	0	5,4	5,5	1,02	12,2	30,3

Fortsetzung Tabelle 7.2

Sorte	Myr- cen	2-M.-iso- butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Lina- lool	Aroma- dendren	Unde- canon	Humu- len	Farne- sen	γ -Muu- rolen	β -Seli- nen	α -Seli- nen	Cadi- nen	Seli- nadien	Gera- niol	α -Säu- ren	β -Säu- ren	β/a	Cohu- mulon	Colu- pulon
Orion	745	115	7	5	13	0	5	258	0	9	4	2	18	0	0	6,9	5,3	0,77	30,2	51,0
OT 48	1682	161	5	4	38	0	14	298	0	10	9	5	19	0	0	4,1	3,8	0,93	31,8	52,9
Pacific Gem.	4663	460	15	22	20	0	14	262	0	8	4	2	16	0	0	11,1	5,8	0,52	30,8	54,7
PCU 280	1862	81	1	15	4	0	4	282	0	8	5	4	15	0	0	8,0	4,4	0,55	29,5	52,9
Perle	1006	52	2	21	3	0	3	280	0	7	4	3	16	0	0	7,6	5,0	0,66	28,4	51,8
Phoenix	2876	269	2	17	7	0	7	260	8	8	56	70	18	0	0	9,7	4,3	0,44	27,6	52,5
Pilgrim	5132	478	5	65	11	5	17	286	0	8	82	100	19	0	0	7,5	3,1	0,41	28,7	61,0
Pilot	5870	592	27	70	67	18	49	114	0	14	503	609	45	0	0	8,9	5,2	0,58	27,1	54,1
Pioneer	3153	446	3	128	8	5	23	256	0	8	35	39	18	0	0	11,2	4,7	0,42	30,0	62,9
Premiant	2384	101	5	11	19	0	7	289	3	8	4	3	16	0	0	9,5	5,7	0,60	28,5	50,4
Pride of Kent	1041	20	1	2	15	0	7	316	0	9	5	3	16	0	0	5,7	3,3	0,58	25,9	50,2
Pride of Ringwood	1416	38	3	1	6	0	12	12	0	6	75	80	16	0	0	10,2	5,6	0,55	31,9	57,1
Progress	12189	1307	43	60	56	59	22	50	0	97	95	83	169	91	0	4,4	4,3	0,98	31,3	48,1
Saazer	1892	4	3	6	29	0	18	324	24	11	7	4	20	0	0	2,6	3,1	1,19	26,9	44,0
Saphir	3120	106	13	26	36	12	34	222	0	10	26	23	17	36	0	2,2	4,7	2,14	9,2	40,0
Serebrianker	1667	84	0	4	24	0	4	169	0	11	41	40	19	0	0	1,9	4,4	2,32	43,4	46,9
Sirem	4091	7	0	5	45	0	22	322	31	10	0	3	18	0	0	3,9	3,9	1,00	33,1	49,9
Sladek	2587	105	4	14	16	0	6	290	6	7	4	3	17	0	0	8,3	5,2	0,63	27,0	48,6
Smaragd	1163	10	20	6	21	0	7	297	0	8	5	3	19	29	0	7,8	5,8	0,74	24,6	46,1
Spalter	1626	0	2	6	31	0	17	324	23	10	6	2	17	0	0	2,2	4,3	1,95	27,7	41,9
Spalter Select	3157	144	36	0	84	19	18	225	20	12	37	34	18	53	0	4,2	4,9	1,17	27,1	47,6
Sterling	1270	65	3	10	10	3	3	169	0	5	8	7	12	0	0	12,8	4,8	0,38	27,2	52,4
Sticklebract	5280	451	23	11	9	0	11	173	35	6	48	54	16	0	0	9,6	4,8	0,50	31,8	59,5
Strisselspalter	883	28	7	6	24	32	9	202	0	13	40	40	17	52	0	2,7	8,8	3,26	27,8	39,5
Südafrika	729	18	2	1	3	0	8	267	0	11	76	79	24	0	0	6,2	5,0	0,81	29,5	50,0
Super Alpha	3198	248	21	13	24	0	9	251	0	9	6	4	19	0	0	8,4	5,1	0,61	29,4	51,7
Talisman	3478	195	2	53	8	0	5	237	0	7	4	3	14	0	0	6,5	5,4	0,83	30,9	49,2

Fortsetzung Tabelle 7.2

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	γ -Muu-rolen	β -Seli-nen	α -Seli-nen	Cadi-nen	Seli-nadien	Gera-niol	α -Säu-ren	β -Säu-ren	β/a	Cohu-mulon	Colu-pulon
Tettnanger	1583	0	4	5	28	0	15	334	18	10	5	2	17	0	0	2,4	4,5	1,88	29,8	43,2
Toyomidori	2637	213	16	72	11	0	14	211	0	21	15	10	39	11	0	12,7	5,5	0,43	29,5	59,7
Ultra	282	41	3	1	16	0	5	331	2	12	6	4	22	0	0	3,5	5,0	1,43	24,3	43,8
Urozani	5237	0	0	0	87	0	18	241	58	11	30	29	18	27	0	2,8	3,8	1,36	29,5	47,4
USDA 21055	5315	475	3	183	8	0	4	122	64	6	18	20	15	0	0	8,7	4,5	0,52	35,5	63,6
Vojvodina	3635	250	3	34	11	0	7	250	5	8	5	2	15	0	0	6,0	3,6	0,60	29,0	55,2
WFG	2543	15	5	5	33	0	19	313	20	10	7	3	17	0	0	3,8	4,4	1,16	22,3	42,5
Willamette	1076	121	0	4	12	0	5	274	12	9	5	3	16	0	0	3,7	3,6	0,97	27,8	48,9
Wye Challenger	4432	523	6	43	29	0	10	284	6	9	57	62	19	0	0	6,0	5,0	0,83	26,3	49,3
Wye Northdown	2578	91	2	15	11	0	4	258	0	7	4	3	13	0	0	6,9	6,0	0,87	29,6	48,7
Wye Target	3404	322	6	18	27	3	11	175	0	16	11	9	32	8	0	10,0	4,8	0,48	29,8	59,0
Wye Viking	9798	293	8	81	24	0	17	222	89	7	32	33	15	0	0	7,8	4,3	0,55	26,9	49,2
Yeoman	2646	235	12	15	7	0	5	244	0	7	44	49	17	0	0	11,5	5,5	0,48	27,7	52,2
Zatecki	2412	145	0	12	21	0	5	274	12	9	5	3	15	0	0	2,6	3,0	1,15	31,6	49,7
Zenith	1843	75	3	13	15	2	6	277	0	8	80	99	20	0	0	7,8	4,0	0,51	27,7	51,4
Zeus	1876	115	7	8	8	0	2	153	0	20	11	9	40	12	0	9,7	5,4	0,56	29,2	54,4
Zitic	1612	6	2	11	5	0	7	305	7	6	4	2	13	0	0	5,2	6,1	1,17	27,5	45,0
Zlatan	3723	13	0	5	41	0	23	319	29	10	0	0	16	0	0	3,4	3,9	1,15	31,4	48,5

Ätherische Öle = Relativwerte, β -Caryophyllen = 100, α - und β -Säuren in % lfr., Analoga in % der α bzw. β -Säuren

7.5 Ringanalysen zur Ernte 2007

Seit dem Jahr 2000 gibt es bei den Hopfenlieferverträgen eine Zusatzvereinbarung, in der die α -Säuregehalte Berücksichtigung finden. Der im Vertrag vereinbarte Preis gilt, wenn der α -Säuregehalt in einem 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 2007 hatte die Arbeitsgruppe IPZ 5d wieder die Aufgabe Ringanalysen zu organisieren und auszuwerten, um die Qualität der α -Säurenanalysen sicherzustellen.

Im Jahr 2007 haben sich folgende Laboratorien an dem Ringversuch beteiligt

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

Der Ringversuch wurde am 4. September 2007 gestartet und am 16. November 2007 beendet, 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 sichern. 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 2007 wurden insgesamt 42 Proben analysiert.

Die Auswertungen wurden so schnell wie möglich an die einzelnen Laboratorien weitergegeben. Die Abbildung 7.2 zeigt als Beispiel einer Auswertung den Ringversuch mit der kleinsten Streuung.

Nr. 1: HHA (04.09.2007)

Labor	KW		mittel	s	cvr
1	3,71	3,68	3,70	0,021	0,6
2	3,64	3,63	3,64	0,007	0,2
3	3,76	3,71	3,74	0,035	0,9
4	3,72	3,70	3,71	0,014	0,4
5	3,75	3,70	3,73	0,035	0,9
6	3,67	3,71	3,69	0,028	0,8
7	3,67	3,80	3,74	0,092	2,5
8	3,76	3,76	3,76	0,000	0,0

mean	3,71
sr	0,039
vkR	1,06
sR	0,047
vkR	1,28
sL	0,026
r	0,11
R	0,13
Min	3,64
Max	3,76

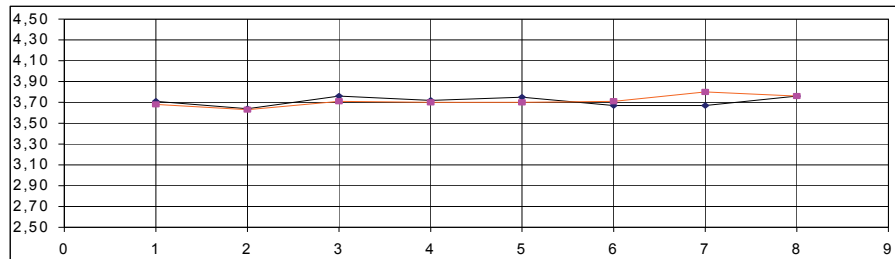


Abbildung 7.2: Ringanalyse mit der kleinsten Streuung

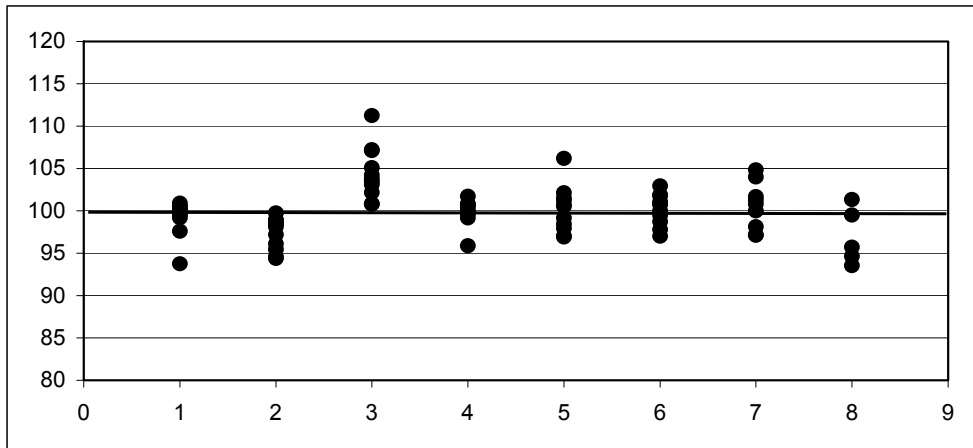
Als Ausreißertest zwischen den Laboratorien wurde nach DIN ISO 5725 der Grubbs-Test gerechnet. Im Jahr 2007 wurde 1 Ausreißer erkannt. Die Tabelle 7.3 zeigt die aus der Methodensammlung der European Brewery Convention (EBC 7.4, konduktometrische Titration) abgeleiteten Toleranzgrenzen (d kritisch, Schmidt, R., NATECO2, Wolnzach) und deren Überschreitungen in den Jahren 2000 bis 2007.

Tabelle 7.3: Toleranzgrenzen der Methode EBC 7.4 und deren Überschreitungen in den Jahren 2000 bis 2007

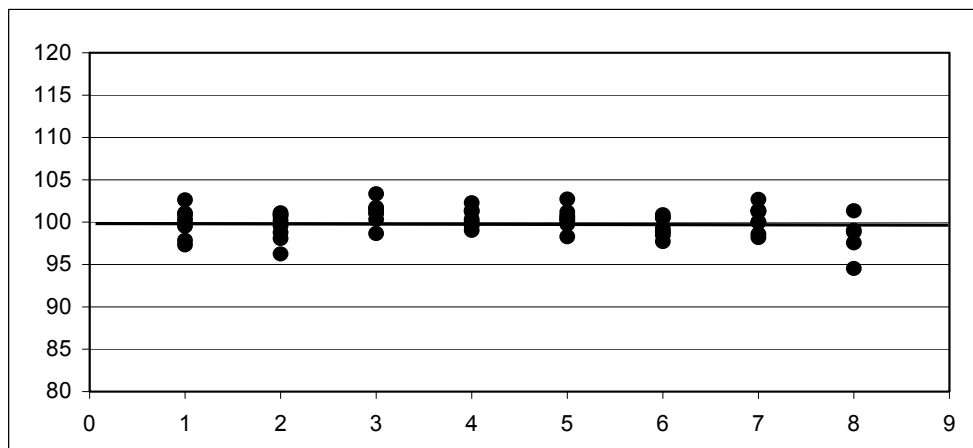
	bis 6,2 % α-Säuren	6,3 % - 9,4 % α-Säuren	9,5 % - 11,3 % α-Säuren	ab 11,4 % α-Säuren
d kritisch	+/-0,3	+/-0,4	+/-0,5	+/-0,6
Bereich	0,6	0,8	1,0	1,2
Überschreitungen im Jahr 2000	0	3	0	3
Überschreitungen im Jahr 2001	2	1	0	2
Überschreitungen im Jahr 2002	4	4	2	4
Überschreitungen im Jahr 2003	1	1	1	0
Überschreitungen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

Im Jahr 2007 gab es insgesamt eine Überschreitung der zugelassenen Toleranzgrenzen. In Abbildung 7.3 sind alle Analyseergebnisse für jedes Labor als relative Abweichungen zum Mittelwert (= 100 %) differenziert nach α -Säuregehalten $< 5\%$, $> = 5\%$ und $< 10\%$, $> = 10\%$ zusammengestellt.

Proben mit α -Säuregehalten $< 5\%$



Proben mit α -Säuregehalten $> = 5\%$ und $< 10\%$



Proben mit α -Säuregehalten $> = 10\%$

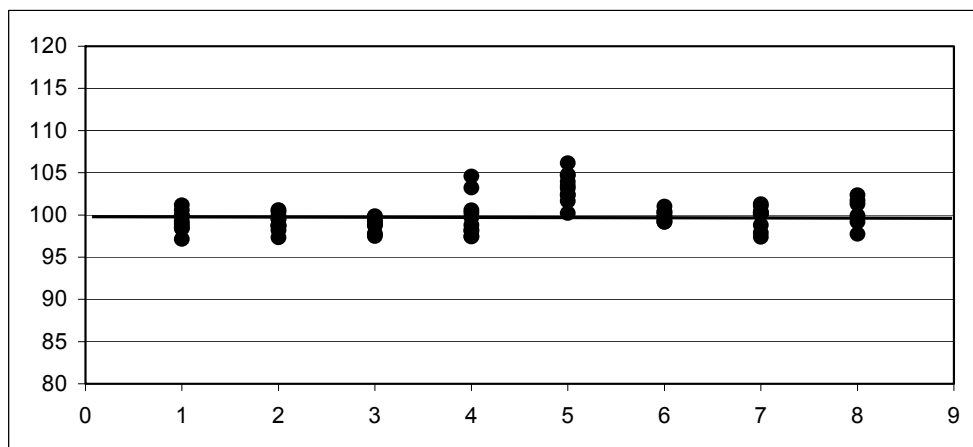


Abbildung 7.3: Analyseergebnisse der Laboratorien relativ zum Mittelwert

7.6 Entwicklung einer NIRS (Nahinfrarot Reflektionsspektroskopie)-Kalibrierung für Alphasäuregehalte basierend auf HPLC (Hochauflösende Flüssig-Chromatographie)

Für die Bestimmung der α -Säuregehalte im Hopfen gibt es zwei unterschiedliche Messmethoden. Einerseits die konduktometrische Titration nach EBC 7.4 und EBC 7.5, andererseits die HPLC-Methode nach EBC 7.7. Beide Methoden erfordern einen relativ hohen Arbeitsaufwand und benötigen giftige Chemikalien, die teuer entsorgt werden müssen. Die α -Säuregehalte jedoch erlangen auch bei der Bezahlung des Hopfens eine zunehmende Bedeutung, deshalb stieg in den letzten Jahren die Anzahl der durchgeführten Analysen 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 ist, eine für die Praxis akzeptierbare Genauigkeit zu erhalten.

An der Entwicklung der NIRS-Analytik in der Hallertau beteiligen sich die folgenden vier Laboratorien, die auch in der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA) zusammenarbeiten:

Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft (HHV), Werk Au/Hallertau

NATECO₂ GmbH & Co. KG, Wolnzach

Hopfenveredlung St. Johann GmbH & Co. KG, St. Johann

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Arbeitsgruppe IPZ5d, Hüll

Bei der Erstellung der Kalibrierung ist wichtig, dass die unterschiedlichen Sorten, Standorteinflüsse, Erntezeitpunkte und Jahrgangseffekte eines Anbaugebiets berücksichtigt werden. Deshalb müssen sehr viele Proben in die Kalibrierung eingebaut werden. Von den Laboratorien der Verarbeitungswerke wurde schon Mitte der neunziger Jahre begonnen eine Kalibrierung auf Basis der Konduktometerwerte nach EBC 7.4 aufzubauen. Das Labor in Hüll kam erst im Jahr 2000 dazu. Derzeit stecken 5700 Datensätze in dieser Kalibrierung. Durch Einfügen neuer Datensätze konnte keine Verbesserung mehr erreicht werden. Deshalb wurde innerhalb der AHA beschlossen, diese Kalibrierung nicht mehr weiter zu bearbeiten und statt dessen eine Kalibrierung auf Basis von HPLC-Werten nach EBC 7.7 zu entwickeln. HPLC-Werte sind viel spezifischer als die Konduktometerwerte, die neben den α -Säuren auch andere organische Säuren erfassen. Seit dem Jahr 2000 wird an dieser Kalibrierung gearbeitet. Jedes Jahr werden Ringversuche durchgeführt, um die Kalibrierung zu erweitern und zu überprüfen.

Die Tabelle 7.4 zeigt die Auswertung des Ringversuchs im Jahr 2007. Mittelwerte, r, R und d kritisch der Referenzmethode im Vergleich zur NIRS-Messung sind zusammengestellt.

Tabelle 7.4: Mittelwerte, r, R, d kritisch der HPLC-Methode im Vergleich zur NIRS(HPLC)-Methode im Jahr 2007

Sorte	HPLC				HPLC (NIRS)			
	α -Säuren	r	R	d	α -Säuren	r	R	d
HHa	3,49	0,14	0,18	0,15	3,23	0,28	0,89	0,64
HHe	3,13	0,18	0,22	0,18	2,66	0,28	0,96	0,69
HHM	11,91	0,17	0,47	0,34	11,28	0,42	1,45	1,05
HHS	14,61	0,29	0,73	0,54	14,03	0,32	1,17	0,84
HHT	5,54	0,13	0,19	0,15	5,11	0,29	1,01	0,73
HMR	11,85	0,17	0,44	0,32	11,40	0,28	1,12	0,80
HNB	8,29	0,32	0,41	0,33	8,10	0,42	0,95	0,70
HNU	10,10	0,45	0,66	0,52	9,54	0,58	0,88	0,69
HPE	7,20	0,24	0,28	0,23	7,01	0,34	1,07	0,78
HSD	6,47	0,32	0,35	0,29	6,09	0,23	0,57	0,42
HSE	4,37	0,13	0,23	0,18	4,05	0,19	0,80	0,57
HSR	4,13	0,20	0,23	0,19	3,99	0,23	0,64	0,47
HTU	15,13	0,29	0,54	0,41	15,04	0,43	0,99	0,73

Im Jahr 2007 waren die NIRS-Werte immer etwas niedriger als die HPLC-Werte. Die Wiederholbarkeit (r) und insbesondere die Reproduzierbarkeit (R) sind bei der NIRS-Methode deutlich größer als bei der nasschemischen HPLC-Methode. Dies führt auch zu einem größeren d kritisch, das angibt um wie viel sich Messwerte unterscheiden dürfen ohne signifikant unterschiedlich zu sein.

NIRS-Methoden sind nicht so präzise wie die nasschemischen Referenzmethoden. Innerhalb der AHA wurde beschlossen, die Entwicklung der NIRS-Kalibrierung basierend auf HPLC fortzuführen bis eine maximale Genauigkeit erreicht ist. Bis zum jetzigen Zeitpunkt kann noch nicht entschieden werden, ob diese Methode für Hopfenlieferungsverträge in Frage kommt. Als Screeningmethode für die Hopfenzüchtung ist die NIRS-Methode auf jeden Fall geeignet.

7.7 Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen der Ernte 2007

Die jährlichen Kontrollen auf Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen geben einen sehr guten Überblick über die tatsächliche Situation hinsichtlich des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln.

Auch 2007 kann 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 95 verschiedene Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe analysiert. Die Anzahl der analysierten Wirkstoffe wurde gegenüber den vergangenen Jahren noch einmal deutlich erhöht. Zusätzlich zu den derzeit zugelassenen Wirkstoffen werden auch 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.

Neu zugelassene bzw. genehmigte Wirkstoffe 2007 sind Flonicamid (Blattlaus), Spirodiclofen (Gemeine Spinnmilbe), Carfentrazone-ethyl (Hopfenputzen), Haloxyfop-R-methyl (Ungräser) und MCPA (Unkräuter).

7.7.1 Probenauswahl und Analysenergebnisse

Verteilt über die Abwaage- und Zertifizierungssaison 2007 wurden durch den Hopfenring Hallertau e.V. insgesamt 110 Hopfenmuster aller wichtigen Sorten des Anbaubereiches Hallertau an den Arbeitsbereich Hopfen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) nach Hüll geliefert. Die Muster waren nur mit Sortenbezeichnung und der Ballennummer gekennzeichnet. Die Namen der Hopfenbaubetriebe sind der LfL somit nicht bekannt.

Aus diesen Proben wurden an der LfL für die 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 repräsentiert sehr krankheits- und schädlingsanfällige Sorten (z.B. Hallertauer Magnum -HM-, Hersbrucker Spät -HE-), gering anfällige Sorten (z.B. Hallertauer Tradition -HT-), spätreifende Sorten (z.B. Hallertauer Taurus -TU-, Herkules -HS-) und Sorten mit großer Anbaufläche (z.B. Hallertauer Magnum -HM-). Erstmals wurden die neuen Sorten Saphir (SR) und Herkules (HS) in die Untersuchung aufgenommen.

Die Analysen wurden an der Bioanalytik Weihenstephan (früher Landwirtschaftliche Hauptversuchsanstalt HVA) der Technischen Universität (TUM) in Freising-Weihenstephan durchgeführt. Die Tabelle 7.5 zeigt die Ergebnisse.

Tabelle 7.5: Untersuchungen auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln – Ernte 2007
(2007 zugelassen bzw. genehmigt)

Wirkstoffe geordnet nach Schaderreger	zulässige Höchstmenge in ppm	Milligramm pro Kilogramm = ppm					
		R 1/07 HE	R 2/07 SR	R 3/07 HT	R 4/07 TU	R 5/07 HM	R 6/07 HS
Fungizide mit Hauptwirkung gegen							
1. Peronospora							
Azoxystrobin	20,00	n.n.	1,10	1,10	n.n.	0,36	0,10
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.
Dimethomorph	50,00	1,60	<0,05	0,07	0,18	0,38	n.n.
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.
Folpet	150,00	0,27	1,40	37,80	<0,2	18,80	17,70
Fosethyl	100,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Kupferverbindungen	1000,00	954,00	495,00	159,00	152,00	112,00	127,00
Metalaxyl	10,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Tolyfluanid	30,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
2. Echtem Mehltau							
Boscalid	-	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	*0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Flusilazol	*0,01	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.
Myclobutanil	2,00	1,10	<0,1	0,35	0,14	<0,10	0,12
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.
Quinoxifen	0,50	0,13	0,17	0,12	0,14	n.n.	n.n.
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.
Triadimenol	10,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Triforin	30,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Trifloxystrobin	30,00	n.n.	2,90	7,30	9,00	6,10	16,30
3. Botrytis							
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 7.5

Wirkstoffe geordnet nach Schaderreger	zulässige Höchstmenge in ppm	Milligramm pro Kilogramm = ppm					
		R 1/07 HE	R 2/07 SR	R 3/07 HT	R 4/07 TU	R 5/07 HM	R 6/07 HS
Insektizide mit Hauptwirkung gegen							
1. Blattläuse							
Acetamiprid	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Acrinathrin	-	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	-	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	0,05	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.
Flonicamid	2,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Flucythrinate	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Imidacloprid	2,00	<0,10	<0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.
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	*0,05	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.
Pymetrozin	15,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Thiometon	-	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
2. Liebstockelrüssler							
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-ethyl	-	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fipronil	-	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Lambda-Cyhalothrin	10,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Methamidophos	0,02	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Methidathion	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Spinosad	-	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Fortsetzung Tabelle 7.5

Wirkstoffe geordnet nach Schaderreger	zulässige Höchstmenge in ppm	Milligramm pro Kilogramm = ppm					
		R 1/07	R 2/07	R 3/07	R 4/07	R 5/07	R 6/07
		HE	SR	HT	TU	HM	HS
Akarizide gegen Gemeine Spinnmilbe							
Abamectin	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
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	-	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.
Fenpyroximate	10,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fluvalinate	-	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Hexythiazox	3,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Malathion	*0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Propargit	30,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pyridaben	-	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Spirodiclofen	30,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Herbizide							
Carfentrazone-ethyl	0,02	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Cinidon-ethyl	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fluazifop-butyl	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Haloxypop-R-methyl	0,02	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
MCPA	*0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
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.

* = generelle Festsetzung unter „andere pflanzliche Lebensmittel“

n.n. = nicht nachweisbar

Fettdruck = Wirkstoffe 2007 zugelassen bzw. genehmigt

HE = Hersbrucker Spät

SR = Saphir

HT = Hallertauer Tradition

TU = Hallertauer Taurus

HM = Hallertauer Magnum

HS = Herkules

7.7.2 Beurteilung der Ergebnisse

Wie in den zurückliegenden Jahren wurden nur wenige Wirkstoffe nachgewiesen. Die Werte liegen in allen Fällen unter den gesetzlich zugelassenen Höchstmengen nach der Rückstandshöchstmengen-Verordnung in der jeweils gültigen Fassung (Tabelle 7.6). Dies gilt auch für die Höchstmengen-Vorgaben nach US- und Japan-Norm. Es wurden in keinem Fall im Hopfen nicht zugelassene Pflanzenschutzmittel festgestellt.

Tabelle 7.6: Rückstandssituation bei Hopfen der Ernte 2007 (Zusammenfassung aus Tabelle 7.5)

Wirkstoff (Handelsname)	Häufigkeit n = 6	ppm min.-max.	ppm Höchst- menge	ppm US Toleranz	ppm Japan Toleranz
Azoxystrobin (Ortiva)	4	0,1 - 1,1	20,0	20,0	20,0
Dimetomorph (Forum)	5	<0,05 - 1,6	50,0	60,0	60,0
Folpet (Folpan WDG)	6	<0,2 - 37,8	150,0	120,0	120,0
Imidacloprid	3	<0,1 - 0,2	2,0	6,0	10,0
Kupferverbindungen	6	112,0 - 954,0	1.000,0	ex.	ex.
Myclobutanil (Systhane 20 EW)	6	<0,1 - 1,1	2,0	10,0	2,0
Quinoxifen (Fortress 250)	4	0,12 - 0,17	0,5	3,0	3,0
Trifloxystrobin (Flint)	5	2,9 - 16,3	30,0	11,0	20,0

ex = exempt

7.7.3 Zusammenfassung

Das Langzeitprogramm zur Feststellung von Pflanzenschutzrückständen im Hopfen bestätigt auch in diesem Jahr, dass Hopfen frei von schädlichen Rückständen ist. Die Höchstmengen werden sowohl für den deutschen Markt als auch für den Export im vollen Umfang eingehalten. Eine negative Auswirkung von Pflanzenschutzmittel auf das Bier und die Verbraucher kann somit ausgeschlossen werden

7.8 Kontrolle der Sortenechtheit

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

Sortenüberprüfungen für die Lebensmittelüberwachungsbehörden

(Landratsämter) 22

davon Beanstandungen 0

8 Veröffentlichung und Fachinformationen

8.1 Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit

	Anzahl		Anzahl
Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge	41	Führungen	65
LfL-Schriften	4	Ausstellungen	4
Pressemitteilungen	2	Aus- und Fortbildung	16
Beiträge in Rundfunk und Fernsehen	7	Diplomarbeiten	2
Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare	2	Dissertationen	1
Vorträge	87	Mitarbeit in Arbeitsgruppen	18
Ausländische Gäste	138	Ehrungen	2

8.2 Veröffentlichungen

8.2.1 Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge

Engelhard, B., Schwarz, J., Weihrauch, F. (2007): Standard ranges of the application of pesticides in hops – a proposal for the EPPO guidelines. Proceedings of the Scientific Commission of the International Hop Growers' Convention, Tettang, Germany, 24-28 June 2007: 110-113.

Engelhard, B., Weihrauch, F. (2007): Bekämpfung von Blattläusen und Peronospora im ökologischen Hopfenbau. In: Wiesinger, K. (Hrsg.): Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern. Öko-Landbau-Tag 2007 am 7. März 2007 in Freising-Weihenstephan. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 3/2007: 85-97.

Engelhard, B., Bogenrieder, A., Eckert, M., Weihrauch, F. (2007): Entwicklung von Pflanzenschutzstrategien ökologischen Hopfenbau als Alternativen zur Anwendung kupfer- und schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 9/2007: 1-49.

Engelhard, B. (2007): Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittelrückstände. Hopfenrundschau 1, 22-24.

Kammhuber, K., Kneidl, J., Lutz, A., Petzina, C. (2007): Bonitierung und Ergebnisse für die Deutsche Hopfenausstellung 2006. Hopfenrundschau 1, 12-15.

Lutz, A. und Seigner, E. (2007): Erste Erfahrungen im Anbau von Herkules. Hopfenrundschau 58 (4), 91-93.

Lutz, A., Kneidl, J. und Kindsmüller, G. (2007): Produktion und Pflege von leistungsfähigem Fechsermaterial. Hopfenrundschau 58 (4), 93-95.

Miehle, H. and Seigner, E. (2007): Production of powdery mildew resistant hops via gene transfer. Proceeding of the Scientific Commission, International Hop Growers' Convention. Tettang, Germany, 78-81.

Niedermeier, E. (2007): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschau 58 (5), 124.

Fortsetzung Pkt. 8.2.1 - Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge

- Niedermeier, E. (2007): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschau 58 (6), 144.
- Niedermeier, E. (2007): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschau 58 (7), 170.
- Niedermeier, E. (2007): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschau 58 (8), 209-210.
- Niedermeier, E. (2007): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschau 58 (9), 247.
- Portner, J. (2007): Aktuelle Hopfenbauhinweise. Hopfenbau-Ringfax Nr. 5; 6; 7; 8; 11; 12; 14; 16; 17; 18; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 27; 28; 30; 33; 34; 35; 36; 37; 39; 40; 41; 43; 45; 47; 50; 52; 53; 54; 56; 57.
- Portner, J. (2007): Richtige Durchführung der Stickstoffbodenuntersuchung. Hopfen Rundschau 58 (2), 41.
- Portner, J. (2007): Überprüfung der Pflanzenschutzgeräte im Hopfenbau. Hopfen Rundschau 58 (3), 56.
- Portner, J. (2007): Gezielte Stickstoffdüngung des Hopfens nach DSN (N_{min}). Hopfen Rundschau 58 (3), 60.
- Portner, J. (2007): Erste N_{min}-Ergebnisse in Hopfen und anderen Ackerkulturen: Empfehlungen zur Stickstoffdüngung 2007. Hopfen Rundschau 58 (3), 62.
- Portner, J. (2007): Düngbedarfsermittlung für P, K, Kalk und Magnesium. Hopfen Rundschau 58 (3), 72.
- Portner, J., Brummer, A. (2007): N_{min}-Untersuchung 2007. Hopfen Rundschau 58 (5), 117.
- Portner, J. (2007): Erlaubt ist nur die Ausbringung von zugelassenen Pflanzenschutzmitteln auf Nutzflächen. Hopfen Rundschau 58 (5), 125.
- Portner, J. (2007): EU Erntebericht 2006 – Übermittlung von Angaben im Hopfensektor VO (EG) Nr. 1557/2006. Hopfen Rundschau 58 (5), 128.
- Portner, J. (2007): Peronosporabekämpfung – Planen Sie Ihren Mitteleinsatz. Hopfen Rundschau 58 (6), 148.
- Portner, J. (2007): Kostenfreie Rücknahme von Pflanzenschutzverpackungen PAMIRA 2007. Hopfen Rundschau 58 (7), 174.
- Portner, J. (2007): Rebenhäcksel bald möglichst ausbringen! Hopfen Rundschau 58 (8), 206.
- Portner, J. (2007): Fachkritik zur Moosburger Hopfenschau 2007. Hopfen Rundschau 58 (10), 274-277.
- Portner, J. (2007): Einflussgrößen und produktionstechnische Maßnahmen zur Verbesserung der Hopfenqualität für die Brauerei. Hopfen Rundschau 58 (11), 302-307.
- Portner, J. (2007): Datensammlung – Betriebsplanung Hopfenbau nach 7 Jahren aktualisiert. Hopfen Rundschau 58 (12), 344-345.
- Portner, J. (2007): Hinweise für Hopfenpflanzer zu Aktuelles im Pflanzenschutz und zu Themen der Hopfenberatung. Hopfenring/Erzeugerring-Information v. 24.05.2007, 1-2.
- Portner, J. (2007): Hinweise für Hopfenpflanzer zu Aktuelles im Pflanzenschutz. Hopfenring/Erzeugerring-Information v. 26.07.2007, 1.
- Portner, J. (2007): Hinweise für Hopfenpflanzer zu Schlagkarteiauswertung, Fortbildungsveranstaltungen und KuLaP-Förderung. Hopfenring/Erzeugerring-Information v. 09.11.2007, 1-2.
- Schätzl, J., Kindsmüller, G., Maurmeir, K. (2007): Vergleich verschiedener Methoden der pH-Schnellbestimmung auf Genauigkeit und Praktikabilität in der Beratung. Hopfen Rundschau 58 (6), 142-144.
- Seigner, E. und Lutz, A. (2007): Wildhopfen erschließen neue Ressourcen für die Mehлтаuresistenzzüchtung. Hopfenrundschau 58 (5), 120-122.
- Seidenberger, S., Mikolajewski, A., Lutz, E., Seigner, S., Seefelder (2007): Development of molecular markers linked to powdery mildew resistance genes in hop (*Humulus lupulus* L.) to support breeding for resistance. Proceedings EBC Congress, Venedig, 7.-10.05.2007.

Fortsetzung Pkt. 8.2.1 - Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge

Seidenberger, S. Mikolajewski, A. Lutz, E. Seigner, S. Seefelder, W.E. Weber (2007): cDNA-AFLP makers for powdery mildew resistance in hops (*Humulus lupulus* L). Proceeding of the Scientific Commission, International Hop Growers' Convention. Tettang, Germany, 67-70.

Weihrauch, F. (2007): Management of lacewings in the special crop of hops: state of the art. In: Freier, B., Ehlers, R.-U. (eds), Report on the 25th Annual Meeting of the Working Group Beneficial Arthropods and Entomopathogenic Nematodes: 95. Journal of Plant Diseases and Protection 114: 89-95.

Weihrauch, F. (2007): Management of lacewings in the special crop of hops: state of the art. In: Freier, B., Ehlers, R.-U. (eds), Report on the 25th Annual Meeting of the Working Group Beneficial Arthropods and Entomopathogenic Nematodes: 47. DGaaE-Nachrichten 21(1): 33-47.

Weihrauch, F. (2007): Bibliographie des Arbeitskreises „Neuropteren“, Version 1.0. DGaaE-Nachrichten 21(3): 136.

Weihrauch, F. (2007): Versuche zur Anlockung von Florfliegen in der Sonderkultur Hopfen: Stand der Dinge. DGaaE-Nachrichten 21(3): 137.

Weihrauch, F., Eckert, M., Engelhard, B. (2007): An ancient compound rediscovered: perspectives of aphid control in organic hop growing by the use of quassia products. Proceedings of the Scientific Commission of the International Hop Growers' Convention, Tettang, Germany, 24-28 June 2007: 105-108.

Weihrauch, F., Schwarz, J., Engelhard, B. (2007): Einsatz von Quassia zur Bekämpfung der Hopfenblattlaus *Phorodon humuli* in der Sonderkultur Hopfen. In: Kühne, S., Ganzelmeier, H., Friedrich, B., Pflanzenschutz im ökologischen Landbau - Probleme und Lösungsansätze. 12. Fachgespräch am 27. September 2007. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 141: 53-60.

8.2.2 LfL-Schriften

Name	Arbeitsgruppe	LfL-Schriften	Titel
Engelhard, B., Weihrauch, F.	IPZ 5b	Lfl-Schriftenreihe 03/2007	Öko-Landbau-Tag 2007
Engelhard, B., Bogenrieder, A., Eckert, M., Weihrauch, F.	IPZ 5 b	LfL-Schriftenreihe 09/2007	Entwicklung von Pflanzenschutzstrategien im ökologischen Hopfenbau als Alternativen zur Anwendung kupfer- und schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel
Fuß, S., Schätzl, J, Portner, J.	IPZ 5a	LfL-Information	Datensammlung - Betriebsplanung Hopfenbau
Portner, J.	IPZ 5a	„Grünes Heft“	Hopfen 2007

8.2.3 Pressemitteilungen

Autor(en), Arbeitsgruppe	Titel
Engelhard, B., IPZ 5	Hopfenorden für Frau Dr. Elisabeth Seigner
Engelhard, B., IPZ 5	Infoveranstaltung für Hopfenpflanzer, die Mitglieder der Gesellschaft für Hopfenforschung sind.

8.2.4 Beiträge in Rundfunk und Fernsehen

Name /AG	Sendetag	Thema	Titel der Sendung	Sender
Engelhard, B.	28.03.07	Aktuelle Forschungsziele	Tagesschau	IN-TV
Engelhard, B., IPZ 5	26.07.07	Ziele der Hopfenforschung	Bericht über Hopfen	DW-Rundfunk
Engelhard, B., IPZ 5	04.08.07	Hopfen in Deutschland	Wochenend Journal	D-Funk
Engelhard, B., IPZ 5	22.08.07	Hopfenschätzung	tagesthemen	INTV
Engelhard, B., IPZ 5	22.08.07	Hopfenschätzung	Nachrichten	Bayern 1/2 Radio
Engelhard, B., IPZ 5	28.08.07	Neue Hopfensorten	Landkreisstudio Pfaffenhofen	INTV
Herz, M., IPZ 2b, Schweizer, G., IPZ 1b, Lutz, A., IPZ 5c und Seigner, E., IPZ 5c	24.04.07	Natur plus High-Tech, Moderne Pflanzenzüchtung ohne Gentechnik	IQ-Wissenschaft und Forschung	Bayern 2 Radio

8.3 Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen

8.3.1 Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare

	Datum /Ort	Thema	Teilnehmer
Engelhard, B., Seigner, E.	24.-29.06.07	Tagung der Wissenschaftl. Kommission des Internationalen Hopfenbaubüros	58 Hopfenwissenschaftler und Experten aus Hopfen- und Brauwirtschaft
Weihrauch, F.; IPZ 5b	20.-21.11.07 Freising	26. Arbeitstagung des Arbeitskreises „Nutzarthropoden“ der DgaaE und der DPG	Wissenschaftler und Nützlingszüchter

8.3.2 Vorträge

(AG = Arbeitsgruppe)

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Teilnehmerzahl	Datum /Ort
IPZ 5	Engelhard, B., Seigner, E.	Research activities at the Hop Research Center Hüll and future perspectives	GfH (Gesell. für Hopfenforschung), Beiratssitzung	27.03.07, München
IPZ 5a	Fuß, S	Schlagkarteiauswertung	LfL u. HR/ 20 Teilnehmer	14.02.2007 Koppenswall
IPZ 5a	Fuß, S	Sensortechnik	LfL u. Firmenvertreter	10.05.2007 Hüll
IPZ 5a	Fuß, S	Betriebsplanung im Hopfenbau	HR (ISO-Betriebe) 80 Teilnehmer	05.12.2007 Aiglsbach
IPZ 5a	Fuß, S	Sensortechnik	LfL u. Firmenvertreter	11.12.2007 Wolnzach

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Teilnehmerzahl	Datum /Ort
IPZ 5a	Fuß, S	Investitionsplanung	LfL und ALF LA, 18 Teilnehmer	17.12.2007 Wolnzach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Alternative Energiequellen bei der Hopfentrocknung	ALF Abensberg/130 Hopfenpflanze	30.01.2007 Elsendorf
IPZ 5a	Münsterer, J.	Alternative Energiequellen bei der Hopfentrocknung	Hopfenstammtisch Oberlauterbach	31.01.2007 Oberlauterbach
IPZ 5a	Münsterer, J.	HSK-Auswertung	LfL, HR, IGN / 80 Hopfenpflanze	07.02.2007 Niederlauterbach
IPZ 5a	Münsterer, J.	HSK-Auswertung	LfL, HR, IGN / 18 Hopfenpflanze	08.02.2007 Hiendorf
IPZ 5a	Münsterer, J.	Möglichkeiten und Wirtschaftlichkeit alternativer Energiequellen	Mitgliederversammlung ER Jura / 75	09.02.2007 Tettenwang
IPZ 5a	Münsterer, J.	Bewässerung im Hopfen	Beiräte HPV / 35	13.02.2007 Wolnzach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Bewässerung im Hopfen	HR (ISO-Betriebe) /40	22.02.2007 Elsendorf
IPZ 5a	Münsterer, J.	Gründe für hohen Doldenblattanteil bei Sorte HA	IHT / 90	12.03.2007 Mainburg
IPZ 5a	Münsterer, J.	Neue Erkenntnisse bei Hopfentrocknung und Konditionierung	BayWa Tettngang/ 70	19.03.2007 Tettngang
IPZ 5a	Münsterer, J.	Energieeinsparung bei der Hopfentrocknung	Gesellschaft für Hopfenforschung TWA/ 35	26.03.2007 Wolnzach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Neue Erkenntnisse bei Hopfentrocknung und Konditionierung	Hopfenbaugenossenschaft Österreich / 60	26.03.2007 Neudorf/ Haslach
IPZ 5a	Münsterer, J.	HSK-Auswertung und aktuelle Beratungsempfehlungen	LfL u HR, Ringgr. Eschelbach /18	17.04.2007 Eschelbach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Krankheiten und Schädlinge - aktuelle Bekämpfungsstrategien	LfL u. HR/ 18 Ringbetreuer	15.05.2007 Hüll
IPZ 5a	Münsterer, J.	Alternative Energiequellen und optimale Luftgeschwindigkeiten bei der Hopfentrocknung	HR (ISO-Betriebe) 80 Teilnehmer	05.12.2007 Aiglsbach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Hopfenschlagkartei Auswertung	Ringgruppe Mitterstetten	12.02.07 Mitterstetten
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Neue Empfehlungen zur Kalkdüngung	Hopfenbauversammlungen LfL, IPZ 5 / ALF	22.02.- 02.03.07, 9 Orte
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Pflanzenschutz im Hopfen 2007	Hopfenpflanze Wolnzach	16.04.07 Wolnzach

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Teilnehmerzahl	Datum /Ort
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Pflanzenschutz im Hopfen 2007	Interessengemeinschaft Niederlauter	24.05.07 Niederlauterbach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Pflanzenschutz im Hopfen 2007	Ringgruppe Forchheim	19.06.07 Birkhof
IPZ 5a	Portner, J.	Kosten der Hopfenproduktion	IGN Niederlauterbach/ 35 Hopfenpflanzler	10.01.2007, Niederlauterbach
IPZ 5a	Portner, J.	Peronosporawarndienst – Wie zuverlässig ist er?	BayWa/ 20 Mitarbeiter	12.02.2007, Mainburg
IPZ 5a	Portner, J.	Peronosporawarndienst – Wie zuverlässig ist er?	Beiselen GmbH/ 15 TN von Landhandelsfirmen	15.02.2007, Mainburg
IPZ 5a	Portner, J.	Peronosporawarndienst – Wie zuverlässig ist er?	Hopfenbauversammlungen LfL, IPZ 5/ALF	22.02.-02.03.07, 9 Orte
IPZ 5a	Portner, J.	Peronosporawarndienst – Wie zuverlässig ist er?	LfL u. ALF LA/ 40 Hopfenpflanzler	02.03.2007, Oberhatzkofen
IPZ 5a	Portner, J.	Agrarmärkte im Umbruch – Mögliche Auswirkungen auf den Hopfenstandort Hallertau	HR Hallertau / 120 Gäste und Hopfenpflanzler	06.03.2007, Aiglsbach
IPZ 5a	Portner, J.	Verfahrenstechnik des Hopfenbaus	FH Weihenstephan / 8 Studenten	11.05.2007, Weihensteph.
IPZ 5a	Portner, J.	Wildhopfenbekämpfung 2007	Hopfenpflanzerverband Hallertau / MR mit Bekämpfungstrupps (25 TN)	14.05.2007, Hüll
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles zum Pflanzenschutz	Hopfenring und LfL/ 25 Hopfenpflanzler	20.06.2007, Koppenswall
IPZ 5a	Portner, J.	Wildhopfenbekämpfungsaktion 2007	Hopfenpflanzerverband und LfL/ 20 TN	12.07.2007, Wolnzach
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelle Pflanzenschutzsituation	ALF Roth/ 30 TN	13.07.2007, Spalt
IPZ 5a	Portner, J.	Bericht zur Tagung der Wissenschaftlichen Kommission des IHB in Tettng und in der Hallertau	Kongress des IHGC/ 120 TN	02.08.2007, Yakima (USA)
IPZ 5a	Portner, J.	Einflussgrößen und produktionstechnische Maßnahmen zur Verbesserung der Hopfenqualität für die Brauerei	Kongress des IHGC/ 80 TN	03.08.2007, Yakima (USA)
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelle Situation und Erntezeitpunkt	Hopfenring/ 55 TN	16.08.2007, Lurz
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelle Situation und Erntezeitpunkt	Hopfenring/ 125 TN	16.08.2007, Aiglsbach

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Teilnehmerzahl	Datum /Ort
IPZ 5a	Portner, J.	Witterung, Wachstumsverlauf und Besonderheiten des Hopfenjahres 2007	IGN/ 130 TN	23.08.2007, Niederlauterbach
IPZ 5a	Portner, J.	Fachkritik Hopfen 2007	Stadt Moosburg/ 130 Gäste	20.09.2007, Moosburg
IPZ 5a	Portner, J.	Hopfenberatung – Auswirkungen des Agrarwirtschaftsgesetzes	GfH-LfL/ 11 TN	28.11.2007, Hüll
IPZ 5a	Portner, J.	Stockfäule – Ursachen und Möglichkeiten der Bekämpfung	HVG u. Hopfenpflanzerverband Elbe-Saale/ 40 TN	29.11.2007, Höfgen/Grimma
IPZ 5a	Schätzl, J.	Versuchsergebnisse zur Wildhopfenbekämpfung	HVH, MR/ 25 TN	14.05.2007 Hüll
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aktuelles zur Düngung und Stockfäulebekämpfung	LfL u. HR/ 17 Ringbetreuer	15.05.2007 Hüll
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aktueller Pflanzenschutz 2007	LfL u. HR/ 16 Ringbetreuer	30.05.2007 Hüll
IPZ 5a	Schätzl, J.	Schädlings- und Krankheitsbekämpfung 2007	LfL u. HR/ 17 Ringbetreuer	12.06.2007 Hüll
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aktuelles zum Pflanzenschutz	LfL u. HR/ 32 Hopfenpflanzer	19.06.2007 Hirnkirchen
IPZ 5a	Schätzl, J.	Krankheiten und Schädlinge - aktuelle Bekämpfungsstrategien	LfL u. HR/ 18 Ringbetreuer	26.06.2007 Hüll
IPZ 5a	Schätzl, J.	Warndienst, Krankheiten und Schädlinge aktuelle Bekämpfungsstrategien	LfL u. HR/ 16 Ringbetreuer	10.07.2007 Hüll
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aktueller Pflanzenschutz,, Maßnahmen zur Welkebekämpfung	LfL u. HR/ 19 Ringbetreuer	24.07.2007 Hüll
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aktueller Pflanzenschutz, Abschlussbehandlungen	LfL u. HR/ 15 Ringbetreuer	07.08.2007 Hüll
IPZ 5a	Schätzl, J.	Rückblick Hopfensaison 2007	HR u. LfL/ 13 Ringbetreuer	10.12.2007 Wolnzach
IPZ 5b	Engelhard, B. Weihrauch, F.	Ergebnisse dreijähriger Prüfungen zur Peronosporabekämpfung im Öko-Hopfenbau	Bioland- Wintertagung	07.02.2007 Plankstetten
IPZ 5b	Engelhard, B.	Pflanzenschutz im Hopfen 2007	Tischgespräch Baywa	12.02.2007 Mainburg
IPZ 5b	Engelhard, B.	Pflanzenschutz im Hopfen 2007	Landhandel	15.02.2007 Mainburg
IPZ 5b	Engelhard, B.	Pflanzenschutz im Hopfen 2007	Hopfenbauersammlungen LfL, IPZ 5/ALF	22.02.- 02.03.07, 9 Orte
IPZ 5b	Engelhard, B. Weihrauch, F.	Bekämpfung von Blattläusen und Peronospora im ökologischen Hopfenbau	LfL Öko-Landbau- Tag 2007	07.03.2007 Freising
IPZ 5b	Engelhard, B.	Nachhaltige Sicherung von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen	IGN	24.05.07, Niederlauterbach

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Teilnehmerzahl	Datum /Ort
IPZ 5b	Engelhard, B.	Standard ranges of the application of pesticides in hops – a proposal for the EPPO guide lines	Tagung der Wiss. Kommission, Tettngang, 58 Pers.	27.06.07, Tettngang
IPZ 5b	Engelhard, B.	Ist die Verfügbarkeit zugelassener Pflanzenschutzmittel im Hopfen nachhaltig gesichert?	IGN – 20 Jahre	23.08.07, Niederlauterbach
IPZ 5b	Engelhard, B.	Pflanzenschutzmittel-Zulassung für den integrierten Pflanzenschutz im Deutschen Hopfenbau	VdH/Parlamentarischer Abend	06.11.07 Berlin
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Blattlausbekämpfung in Öko-Hopfenbaubetrieben	GfH - TWA	26.03.07 Freising
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Versuche zur Anlockung von Florfliegen in der Sonderkultur Hopfen: Stand der Dinge	9. Arbeitstagung deutschsprachiger Neuropterologen	28.04.07 Rödelsee - Schloß Schwanberg
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Die Bibliographie des Arbeitskreises „Neuropteren“, Version 1.0	9. Arbeitstagung deutschsprachiger Neuropterologen	29.04.07 Rödelsee - Schloß Schwanberg
IPZ 5b	Weihrauch, F.	An ancient compound rediscovered: perspectives of aphid control in organic hop growing by the use of quassia products	Tagung der Wiss. Kommission, Tettngang, 58 Pers.	27.06.07, Tettngang
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Einsatz von Quassia zur Bekämpfung der Hopfenblattlaus Phorodon humuli in der Sonderkultur Hopfen: Stand der Dinge	12. Fachgespräch „Pflanzenschutz im Ökologischeb Landbau“	27.09.07 BBA Braunschweig
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Spinnmilbenkontrolle durch Raubmilben in der Sonderkultur Hopfen	26. Jahrestagung des AK „Nutzarthropoden“ der DPG und DGaaE	20.11.07 Freising
IPZ 5c	Lutz, A.	Erste Erfahrungen im Anbau von Herkules	Hopfenbauversammlungen LfL IPZ 5/ALF	22.02.-02.03.07, 9 Orte
IPZ 5c	Lutz, A.	Patentanmeldungen zur Hopfenzüchtung – eine Internetrecherche	Techn. – wissenschaftl. Arbeitsausschuss der GfH	26.03.07, Wolnzach
IPZ 5c	Lutz, A.	Hopfenqualität - Doldenbonitur	Alt-Weihenstephaner Brauerbund, ca. 40 Teilnehmer	07.11.07, Freising
IPZ 5c	Seefelder, S.	Aktuelle Ergebnisse aus der Hopfengenomanalyse	Techn. – wissenschaftl. Arbeitsausschuss der GfH	26.03.07, Wolnzach
IPZ 5c	Seefelder, S.	Entwicklung molekularer Selektionsmarker für Mehltaresistenz zur effektiven Unterstützung der Züchtung von Qualitätshopfen	Agrarausschuss Deutscher Brauerbund	28.08.07 Hüll

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Teilnehmerzahl	Datum /Ort
IPZ 5c	Seidenberger, R.	Development of molecular markers linked to powdery mildew resistance genes in hops to support breeding for resistance	EHRC (European Hop Research Council)	19.01.07, Freising
IPZ 5c	Seidenberger, R.	cDNA-AFLP markers for powdery mildew resistance in hops	Tagung der Wiss. Kommission, Tettngang, 58 Pers.	26.06.07, Tettngang
IPZ 5c	Seidenberger, R.	Development of molecular markers linked to powdery mildew resistance genes in hops to support breeding for resistance – current results	EHRC (European Hop Research Council)	27.09.07, Hüll
IPZ 5c	Seigner, E.	Perspectives for the future in genome analysis in hop	EHRC (European Hop Research Council)	19.01.07, Freising
IPZ 5c	Seigner, E.	Mehltauisolate und Blattresistenztest als Basis für die Mehлтаuresistenzzüchtung bei Hopfen	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München, 50 Pers.	20.03.07, München
IPZ 5c	Seigner, E.	Production of powdery mildew resistant hops via gene transfer	Tagung der Wiss. Kommission, Tettngang, 58 Pers.	26.06.07, Tettngang
IPZ 5c	Seigner, E.	Utilisation of genetic resources in breeding programmes at the Hop Research Center Huell	Plant Genetic Resources	19.09.07, Zatec, Tschechien
IPZ 5c	Seigner, E.	Research objectives till 2020 at the Hop Research Center Hüll	GfH (Gesellschaft für Hopfenforschung), Beiratssitzung	27.09.07, Hüll
IPZ 5c	Seigner, E.	Verbesserung der Pilzresistenz bei Hopfen über Gentransfer	Aussichtsratssitzung der HVG Hopfenverwertungsgenoss.	15.10.07, Wolnzach
IPZ 5c	Seigner, E.	Züchterische Verbesserung des Hopfens als Medizinpflanze – Kreuzungszüchtung zur Anpassung der Inhaltsstoffe	Symposium „Hopfen – ein besonderer Stoff“, Hallertauer Tourismusverband, 80 Pers.	09.11.07 Wolnzach
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Die Bedeutung der Hopfeninhaltsstoffe für das Bierbrauen und die Gesundheit	LfL Kolloquium	30.01.07 Freising
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Differenzierung des Welthopfensortiments nach alpha-Säuren und Polyphenolen und deren Einfluss auf die Bierqualität	Techn. – wissenschaftl. Arbeitsausschuss der GfH	26.03.07 Wolnzach
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Übersicht über die Hopfeninhaltsstoffe, deren Bedeutung und Analytik	Hopfenrundfahrt, (Minister Seehofer und Miller)	28.08.07, Hüll

8.3.3 Führungen

(AG = Arbeitsgruppen; TZ = Teilnehmerzahl)

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K.	29.03.07	Vom Biohopfen bis zum Gentransfer	Lehrerakademie Dillingen	17
IPZ 5	Engelhard, B.	17.04.07	Hopfenforschung	Teamassistentinnen IPZ 5	12
IPZ 5	Engelhard, B. Weihrauch, F.	19.04.07	Bayer. Hopfenforschung	Braumeisterschule Ulm	15
IPZ 5	Engelhard B.,	08.05.07	Hopfenforschung	Prof. Keller, VSE AG	3
IPZ 5	Engelhard B., Seigner E., Lutz A., Kammhuber K.	14.05.07	Aktuelle Hopfenforschung	Anheuser-Busch	2
IPZ 5	Engelhard B.,	30.05.07	Hopfenforschung	Kindinger (Alt)- Hopfenbauern	40
IPZ 5	Engelhard B., Kammhuber K.,	31.05.07	Hopfenforschung, Hopfen- bau	FH für Agrarwissenschaften Bingen	38
IPZ 5	Seigner, E.	12.06.07	Hop Research at Hüll	russ. Delegation, HVG	3
IPZ 5	Engelhard B., Kammhuber K.,	19.06.07	Hopfenforschung	LfL, AFR	20
IPZ 5	Kammhuber, K.	28.06.07	Chemical Analysis in hop at Hüll	Tagungsteilnehmer der Wissenschaftl. Kommission	26
IPZ 5	Seigner, E., Lutz, A., Kammhuber, K., Weihrauch, F.	05.07.07	Hopfenforschung in Hüll	AQU	5
IPZ 5	Engelhard B., Weihrauch F.	10.07.07 /11.07.07	Pflanzenschutz in Gewäs- sernähe	UBA	12
IPZ 5	Engelhard B.,	20.07.07	Hopfenforschung	STMLF, Abt. L	14
IPZ 5	Engelhard, B., Kammhuber, K. Lutz, A., Seigner, E.	27.07.07	Hop Research at Hüll	GfH –Advisory Board	16
IPZ 5	Engelhard B.	17.08.07	Hopfenbegehung	Hopfenpflanzer und Gäste Siegelbezirk HEB	45
IPZ 5	Engelhard B., Seigner E., Portner J., Lutz A.,	28.08.07	Hopfenrundfahrt	Lkr. Pfaffenhofen	ca. 200
IPZ 5	Engelhard B.,	31.08.07	Hopfenforschung	VHS Hopfenwochen	55

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5	Engelhard B., Portner J., Münsterer J.,	04.09.07	Hopfenbaubetriebe in der Hallertau	Kollegen aus Zatec	8
IPZ 5	Engelhard B., Kammhuber K., Lutz A.	05.09.07	Hopfensorten – Hopfenforschung	HVG + schwedische Brauer	4
IPZ 5	Engelhard B., Seigner E., Kammhuber K., Lutz A.	27.09.07	Hopfenforschung	HVG-Beirat (Brauer)	12
IPZ 5	Engelhard B. Seigner E.	18.10.07	Qualitätshopfen für exzellentes Bier	Boston-Brewery USA (Filmaufnahmen)	10
IPZ 5	Engelhard B. Lutz A. Kammhuber K.	19.11.07	Hopfenforschung	BMELV, BayStMLF, HVG	5
IPZ 5	Engelhard B, Weihrauch F. Kammhuber K.	23.11.07	Hopfenforschung	Rotarier Morbach	15
IPZ 5	Engelhard, B. Lutz, A Kammhuber K.	11.12.07	Hopfenforschung Hüll	Zhujiang Brauerei, China	6
IPZ 5	Seigner, E., Kammhuber, K.	11.07.07	Hopfenforschungszentrum Hüll	Frau Bauer, Leiterin AFL Abendberg	1
IPZ 5	Engelhard, B., Seigner, E., Kammhuber, K.	17.07.07	Hopfenforschungszentrum Hüll	Studenten des WZW, Lehrstuhl für Technologie der Brauerei I, PD Dr. Krotenthaler	13
IPZ 5a	Niedermeier, E.	15.06.07	Grundwasserschonende N-Düngung im Hopfenbau	Hopfenpflanzer im Trinkwasserschutzgebiet Zwv.Au	11
IPZ 5a	Niedermeier, E.	19.06.07	Aktueller Pflanzenschutz und Bestandskontrollen	Ringgruppe Jura	36
IPZ 5a	Schätzl, J.	28.06.07	Aktueller Pflanzenschutz und Bestandskontrollen	Ringgruppe Mainburg	68
IPZ 5a	Niedermeier, E.	11.07.07	Versuchsbesichtigung und aktueller Pflanzenschutz	Interessengemeinschaft Niederlauterbach (IGN)	32
IPZ 5a	Schätzl, J.	27.07.07	Aktueller Pflanzenschutz und Bestandskontrollen	Ringgruppe Eberstetten	24
IPZ 5a	Niedermeier, E.	02.08.07	Flurbegehung	Ortsobmannbereiche Gemeinde Geisenfeld	42
IPZ 5a	Niedermeier, E.	07.08.07	Flurbegehung	Hopfenpflanzer Wolnzach	17
IPZ 5a	Portner, J.	07.08.07	Versuchsrundfahrt	VLF Landshut	20
IPZ 5a	Portner, J.	07.08.07	Versuchsrundfahrt	Ring junger Hopfenpflanzer	110
IPZ 5a	Schätzl, J.	08.08.07	Versuchsbesichtigung und aktueller Pflanzenschutz	Hopfenpflanzer, Lkr. Freising	78
IPZ 5a	Portner, J.	10.08.07	Versuchsrundfahrt	VLF Kelheim	60

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5a	Portner, J. Niedermeier, E.	23.08.07	Exkursion zu Hopfenbestände	Interessengemeinschaft Niederlauterbach (IGN)	100
IPZ 5a	Portner, J.	04.09.07	Betriebsbesichtigungen	Tschechisches Hopfenfor- schungsinstitut	8
IPZ 5b	Engelhard, B. Weihrauch, F., Lutz A.	02.05.07	Pflanzenschutz Hopfen	Carl-Orff-Gymnasium Un- terschleißheim	36
IPZ 5b	Engelhard, B., Weihrauch, F.	28.06.07	Plant Protection in hop at the Hop Research Center Hüll	Tagungsteilnehmer der Wissenschaftl. Kommission	26
IPZ 5b	Weihrauch, F. Schwarz, J. Meyr, G.	05.07.07	Pflanzenschutz im Hopfen	Belchim	15
IPZ 5b	Weihrauch, F.	11.07.07	Flurbegehung	IG Niederlauterbach	35
IPZ 5b	Engelhard B., Weihrauch F.,	27.07.07	Pflanzenschutz im Öko- Hopfenbau	IAB, Öko H. Wiesinger	1
IPZ 5b	Engelhard B., Weihrauch F., Schwarz J., Müns- terer J.,	31.07.07	Pflanzenschutz im Öko- Hopfenbau, Bewässerung	AG Öko-Hopfenbauer	20
IPZ 5b	Engelhard B.,	30.08.07	Pflanzenschutzversuche	Bayer AgrarScience	12
IPZ 5c	Miehle, Helga	23.01.07	Gentransfer bei Hopfen	Landesverband der Jung- bauernschaft	18
IPZ 5c	Lutz, A., Seigner, E.	6.02.07	Hop breeding programme at the Hop Research Center Hüll	Boston Beer Company, Barth	5
IPZ 5c	Seigner, E.	07.03.07	Hopfenzüchtung und Gen- transfer	Landwirtschaftsschule	35
IPZ 5c	Seigner, E.	29.03.07	Genomanalyse bei Hopfen	Carlsberg Breweries, Hopsteiner	2
IPZ 5c	Engelhard B., Seigner E., Lutz A.,	29.05.07	Hopfenzüchtung	Jens Eicken – Brauerei Ja- kobsen, DK	2
IPZ 5c	Lutz, A..	13.06.07	Hopfenzüchtung in Hüll	Dr. A. Haunold, USA und Begleitung	2
IPZ 5c	Lutz, A,	28.06.07	Hop Breeding at the Hop Research Center Hüll	Tagungsteilnehmer der Wissenschaftl. Kommission	26
IPZ 5c	Seigner, E.	28.06.07	Biotechnology and gene transfer in hop in Freising	Tagungsteilnehmer der Wissenschaftl. Kommission	26
IPZ 5c	Lutz, A.	05.07.07	Züchtungsforschung in Hüll	Belchim Crop Protection	10
IPZ 5c	Kneidl, J.	09.07.07	Hopfenzüchtung in Hüll	Anheuser-Busch	4
IPZ 5c	Lutz, A.	10.07.07	Zuchtsorten aus Hüll und Forschungsarbeiten am Hopfenforschungszentrum Hüll	Teefirma Bauer	1

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5c	Lutz, A.	11.07.07	Hopfenzüchtung in Hüll	11. Klasse Gymnasium Traunstein	50
IPZ 5c	Seigner, E.	08.08.07	Hop Research at the LfL	Quilmes, Argentinien	1
IPZ 5c	Lutz, A.	14.08.07	Zuchtsorten und Stämme des Hopfenforschungszentrums Hüll	Pflanzer der Gesell. f. Hopfenforschung	40
IPZ 5c	Lutz, A.	21.08.07	Niedrigerüstanbau von Hopfen	Sapporo Breweries, Japan	1
IPZ 5c	Lutz, A., Seigner, E.	21.08.07	Hop breeding at Hüll	SAB-Miller, Südafrika	1
IPZ 5c	Seigner, E.	22.08.07	Genetic engineering in hop	US Delegation, BMELV, StMLF	6
IPZ 5c IPZ 5d	Lutz, A., Kammhuber, K.	17.01.07	Zuchtsorten und deren Eigenschaften im Bier	S. Loch-Ahring, Veltins und Hopfenpflanzer	2
IPZ 5d	Kammhuber, K.	06.02.07	Chemical analysis of hops	Boston Beer Company, Barth	5

8.3.4 Ausstellungen und Poster

(AG = Arbeitsgruppe)

Veranstaltung, Ort	Ausstellungsobjekte/-projekte bzw. Posterthemen	Veranstalter	Termin	AG
Fest zu Georgi,	Hopfengarten/Hopfenzüchtung, Hopfensorten	INCITY	21.04.2007	IPZ 5
EBC-Kongress, Venedig	Development of molecular markers linked to powdery mildew resistance genes in hops to support breeding for resistance	EBC (European Brewery Convention)	06-10.05.07	IPZ 5c
Tagung der Wissenschaftlichen Kommission der Brauerei	Wild hops – new sources for resistance to powdery mildew	Wiss. Kommission (WK) des Internationalen Hopfenbaubüros (IHB)	24.-28.06.07	IPZ 5c, IPZ 5d
	Genome analysis – an important tool to support classical hop breeding			
	The biosynthesis of the bitter acids in hops			
Utilisation of Plant Genetic Resources, Zatec, Tschechische Republik	Wild hop collection: A valuable germplasm resource for improving resistance to powdery mildew	Hop Research Institute Zatec	19.-20.09.07	IPZ 5c

8.4 Aus- und Fortbildung

Name, Arbeitsgruppe	Thema	Teilnehmer
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	Niedriggerüstanlage; PS-Applikationstechnik im Hopfenbau	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	Hopfenwelke	Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Minderschädlinge und Hopfenblattlaus	Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Gemeine Spinnmilbe Gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz	Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Betreuung und Bewertung von Arbeitsprojekten im Hopfenbau im Rahmen der Meisterprüfung	7 Meisteranwärter
Portner, J., IPZ 5a	Hopfensorten	Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen
Schätzl, J., IPZ 5a	Peronosporawarndienst, Krankheiten und Schädlinge und aktuelle Bekämpfungsmöglichkeiten	BILA- Teilnehmer, Praktikanten
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)
Miehle, H., IPZ 5c	in vitro-Kultur und Gentechnik bei Hopfen	Vanessa Bockhorni, University of Technology, Sydney
Seefelder, S. IPZ 5c	Methoden in der Genomanalyse	Schnupperpraktikantin Daniela Prestele
Seefelder, S. IPZ 5c	Methoden in der Genomanalyse	Schnupperpraktikantin Martina Fuchs
Seefelder, S. IPZ 5c	Methoden in der Genomanalyse	Ausbildung zur Chemielaborantin, Stefanie Nadler

8.5 Diplomarbeiten

AG	Name	Thema/Titel Diplomarbeit	Zeitraum	Betreuer an der LfL, Zusammenarbeit
IPZ 5a	Weingart, Florian	Entwicklung der Struktur der Hallertauer Hopfenbaubetriebe und deren Auswirkung auf die Hopfenvermarktung	Nov. 06 – Juni 07	J. Portner, FH Weihenstephan Prof. Dr. Gerschau
IPZ 5a	Eichinger, Bernhard	„Hopfenanleiten“ – Stand der Technik und Alternativverfahren	April 07 – Oktober 07	J. Portner, FH Weihenstephan Prof. Dr. Bauer

8.6 Mitarbeit in Arbeitsgruppen

Name	Mitgliedschaften
Engelhard, B.	<ul style="list-style-type: none"> Wissenschaftliche Kommission im Internationalen Hopfenbaubüro (Vorsitzender) Deutsche Phytomedizinischen Gesellschaft
Kammhuber, K.	<ul style="list-style-type: none"> Analysen-Komitee der European Brewery Convention (Hopfen-Sub-Komitee) Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA)
Portner, J.	<ul style="list-style-type: none"> Fachbeirat Geräte-Anerkennungsverfahren für die Bewertung von Pflanzenschutzgeräten und der Fachreferenten für Anwendungstechnik bei der BBA
Seefelder, S.	<ul style="list-style-type: none"> Gesellschaft für Hopfenforschung e. V. Gesellschaft für Pflanzenzüchtung e. V. LfL-KG-Öffentlichkeitsarbeit (ab Sept. 2007)
Seigner, E.	<ul style="list-style-type: none"> Sekretärin der Wissenschaftlichen Kommission des Internationalen Hopfenbaubüros Editorial Board des „Hop Bulletin“, Institute of Hop Research and Brewing, Zalec, Slovenia Gesellschaft für Pflanzenzüchtung e. V. LfL-KG-Öffentlichkeitsarbeit (bis Sept. 2007)
Wehrauch, F.	<ul style="list-style-type: none"> Arbeitsgemeinschaft Bayerischer Entomologen e.V. Deutsche Gesellschaft für Orthopterologie e. V. Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen e. V. (Vorstand) Gesellschaft für Tropenökologie e. V. Münchner Entomologische Gesellschaft e.V. Schutzgemeinschaft Libellen in Baden-Württemberg e.V Worldwide Dragonfly Association Rote-Liste-Arbeitsgruppen der Heuschrecken und Libellen Bayerns des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz Herausgeber der Zeitschrift "Libellula"

8.7 Ehrungen und Auszeichnungen

8.7.1 Auszeichnungen

Jutta Kneidl, IPZ 5c, 25-jähriges Dienstjubiläum, 01.09.07

Herfried Hesse, IPZ 5b, 40-jähriges Dienstjubiläum, 01.05.07

8.7.2 Ehrungen

Dr. Elisabeth Seigner, Auszeichnung mit dem Hopfenorden des Internationalen Hopfenbaubüros,
27.06.2007

9 Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben

(AG = Arbeitsgruppe)

AG Projektleiter	Projekt	Laufzeit	Kostenträger	Kooperation
IPZ 5b B. Engelhard	Entwicklung eines innovativen Prognosemodells zur Bekämpfung des Echten Mehltaus (<i>Podosphaera macularis</i>) im Hopfen	2007-2009	BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung); Erzeugergemeinschaft Hopfen HGV	Christian-Albrecht-Universität, Kiel; Hopfenring Hallertau ; Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH); 8 Hopfenbaubetriebe;
IPZ 5b/IPZ 5c B. Engelhard	Entwicklung eines Testsystems zur Prüfung der Blattlausresistent an Hopfensämlingen im Rahmen der Hopfenzüchtung	2005-2008	Erzeugergemeinschaft HVG Anheuser-Busch GfH (Gesell. f. Hopfenforschung)	
IPZ 5b B. Engelhard	Versuch zur Einbürgerung der Raubmilbe <i>Typhlodromus pyri</i> in einem Hopfengarten der Hallertau zur natürlichen Bekämpfung der Gemeinen Spinnmilbe	2005-2007	Anheuser-Busch	Betrieb Obster, Aiglsbach
IPZ 5b B. Engelhard	Untersuchungen zur Anlockung von Blattlaus- und Spinnmilben-Antagonisten	2005-2007	Anheuser-Busch	Swedish University of Agricult. Sciences, Alnarp, Schweden ; Rothamstead Research, UK , Betrieb Obstler, Buch
IPZ 5b B. Engelhard	Einsatz entomopathogener Nematoden (EPN) zur biologischen Bekämpfung des Luzernerüsslers <i>Otiorynchus ligustici</i> im Hopfen	2005-2007	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG, GfH	2 Hopfenbaubetriebe

AG Projektleiter	Projekt	Laufzeit	Kostenträger	Kooperation
IPZ 5c Dr. Seefelder Dr. Seigner	Entwicklung molekularer Selektionsmarker für Mehltau-resistenz zur effektiven Unterstützung der Züchtung von Qualitätshopfen	2006-2007	Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e.V.	EpiLogic
IPZ 5c Dr. Seigner A. Lutz	Züchtung von resistenten Hopfen mit besonderer Eignung für den Anbau in Niedriggerüstanlagen	2007-2010	BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung), GfH	Betriebe J. Schrag und M. Mauermeier; GfH
IPZ 5c Dr. Seigner A. Lutz S. Seefelder	Mehltausolate und Blatt-Resistenztest im Labor als Basis für die Mehltau-resistenzzüchtung bei Hopfen	2006-2009	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.	EpiLogic
IPZ 5c Dr. Seefelder Dr. Seigner	Analyse von QTLs für α - und β -Säuren, Co-humulon, Xanthohumol und Ertrag	2002-2007	Hopsteiner	IPZ 5d
IPZ 5c Dr. Seefelder Dr. Seigner	Development of molecular markers linked to powdery mildew resistance genes in hops	2004-2008	Europ. Hop Research Council (EHRC)	EpiLogic
IPZ 5c Dr. Seigner, Dr. Miehle	Gentransfer bei wirtschaftlich relevanten Hopfensorten zur Verbesserung der Pilzresistenz	2005-2007	StMLF , Erzeugergemeinschaft HVG	EpiLogic

10 Personal IPZ 5 – Arbeitsbereich Hopfen -

Für die Landesanstalt für Landwirtschaft - Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Hüll / Wolnzach / Freising waren im Jahre 2007 tätig:

AG = Arbeitsgruppe

IPZ 5

Koordinator: Engelhard Bernhard

Dandl Maximilian
Felsl Maria (ab 01.02.2007)
Graßl Christine (ab 18.06.2007 bis 19.10.2007)
Hertwig Alexandra (ab 01.02.2007)
Hock Elfriede
Krenauer Birgit (ab 01.02.2007)
Maier Margret
Mauermeier Michael
Pflügl Ursula
Presl Irmgard
Suchostawski Christa
Waldinger Josef
Weiher Johann

IPZ 5a

AG Hopfenbau, Produktionstechnik

Portner Johann

Heilmeier Rosa
Münsterer Jakob
Niedermeier Erich
Schätzl Johann
Fuß Stefan

IPZ 5b

AG Pflanzenschutz im Hopfenbau

Engelhard Bernhard

Ehrenstraßer Olga
Hesse Herfried
Meyr Georg
Schlagenhauer Stefan (ab 01.05.2007)
Schwarz Johannes
Dr. Weihrauch Florian

IPZ 5c

AG Züchtungsforschung Hopfen

Dr. Seigner Elisabeth

Bogenrieder Anton (ab 10.04.2007)
Ehm Katharina
Hager Petra
Kneidl Jutta
Lutz Anton
Marchetti Sabine (bis 31.07.2007)
Mayer Veronika
Dr. Miehle Helga (bis 30.06.2007)
Petosic Sabrina (ab 01.07.2007)
Seidenberger Rebecca (ab 15.01.2007)
Dr. Seefelder Stefan

IPZ 5d

AG Hopfenqualität und -analytik

Dr. Kammhuber Klaus

Neuhof-Buckl Evi
Petzina Cornelia
Weihrauch Sylvia
Wyschkon Birgit