



LfL

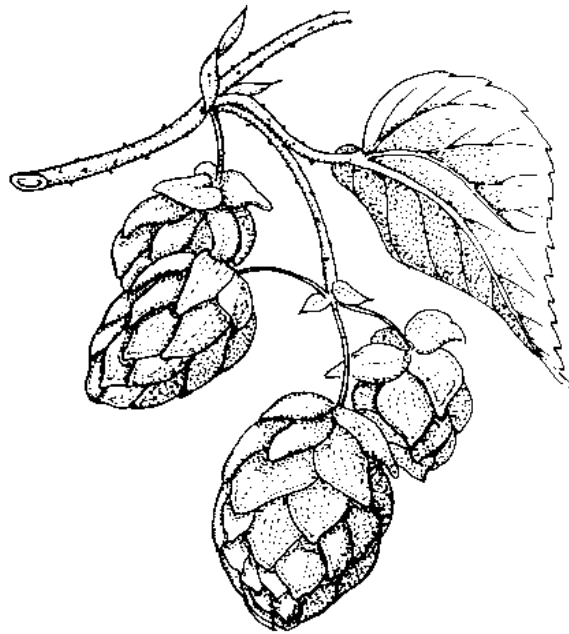
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Gesellschaft für Hopfenforschung

Jahresbericht 2006

Sonderkultur Hopfen



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
- Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung -
und
Gesellschaft für Hopfenforschung

März 2007



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, Tel. 08442/9257-0
E-Mail: Hopfenforschungszentrum@LfL.bayern.de

Datum: März 2007

Druck: FCS-Foto-Copyservice, 85354 Freising

Schutzgebühr: 5.- €

© LfL, alle Rechte vorbehalten

Statt eines Vorwortes ein Brief von Herrn Staatsminister Josef Miller

An die
Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.
Hüll 5 1/3
85283 Wolnzach

München, 17.11.2006

Sehr geehrter Herr Vorsitzender Michael Doetsch,
sehr geehrter Herr Geschäftsführer Dr. Fritz Ludwig Schmucker,

das 80-jährige Bestehen der Gesellschaft für Hopfenforschung nehme ich gerne zum Anlass, um Ihnen für die herausragenden Leistungen dieser Institution zum Wohle der Hopfen- und Brauwirtschaft sehr herzlich zu danken. Bei der Hopfenrundfahrt im August dieses Jahres wurden diese Leistungen in eindrucksvoller Weise vorgestellt.

Das Hopfenforschungszentrum Hüll hat mit seiner überaus erfolgreichen Arbeit rund um den Hopfen weltweit anerkannte Maßstäbe gesetzt. So avancierte in nur wenigen Jahren die im Hüller Institut gezüchtete Bittersorte „Hallertauer Magnum“ mit derzeit rund 5000 Hektar zur bedeutendsten Sorte der Welt. Aber auch das Spektrum der Hüller Aromasorten wird weltweit von Großkonzernen wie Kleinbrauereien zum Brauen unterschiedlicher Biertypen gleichermaßen hoch geschätzt. Insgesamt stammen heute fast 30 % der Welthopfenproduktion von Hüller Zuchtsorten. Die Entwicklung zeigt, dass dieser Anteil in Zukunft noch weiter zunehmen wird. Die verantwortungsbewusste, auf der Grundlage neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse basierende Anwendung von Pflanzenschutzpräparaten ist für die Erzeugung einer hohen Qualität, die weltweit nachgefragt und in über 150 Länder rund um den Globus exportiert wird, eine wichtige Voraussetzung.

Auch dazu werden die Grundlagen mit einer innovativen Forschung am Hopfenforschungsinstitut in Hüll geschaffen.

Der Schlüssel für diese erfolgreiche Arbeit liegt in der Verbindung zwischen dem Freistaat Bayern und der Gesellschaft für Hopfenforschung, die seit 1975 in einem Kooperationsvertrag fixiert ist. Dies ist ein Paradebeispiel für eine mustergültige, sehr erfolgreiche Public Private Partnership.

Im Rahmen dieser Kooperation engagiert sich der Freistaat Bayern jährlich mit Finanzmitteln in Höhe von ca. 1,4 Mio. Euro für Sach- und Personalkosten in der Hopfenforschung in Hüll.

Ich bin zuversichtlich, dass auch in Zukunft die notwendigen Finanzmittel vom Freistaat zur Verfügung gestellt werden; dabei gehe ich davon aus, dass auch die Gesellschaft für Hopfenforschung ihren bisher hohen Anteil an der Finanzierung der laufenden Forschungsarbeiten aufrechterhalten wird.

Ich wünsche, dass diese erfolgreiche Zusammenarbeit zum Wohle der Brau- und Hopfenwirtschaft fortgesetzt wird und lange bestehen bleibt.

Mit freundlichen Grüßen

Josef Miller

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen.....	7
1.1 Laufende Forschungsvorhaben.....	7
1.2 Forschungsschwerpunkte	20
1.2.1 Forschungsschwerpunkte Züchtung	20
1.2.2 Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik	21
1.2.3 Forschungsschwerpunkte Hopfenqualität und Analytik.....	24
1.2.4 Pflanzenschutz im Hopfen	24
2 Witterung 2006 – die Extremwerte werden häufiger	25
2.1 Witterungsdaten (Monatsmittelwerte bzw. Monatssummen) vom Jahre 2006 im Vergleich zu den 10- und 50-jährigen Mittelwerten.....	26
3 Statistische Daten zur Hopfenproduktion.....	27
3.1 Anbaudaten.....	27
3.1.1 Struktur des Hopfenbaus	27
3.1.2 Hopfensorten	29
3.2 Ertragssituation im Jahre 2006	31
4 Züchtungsforschung Hopfen	34
4.1 Klassische Züchtung	34
4.1.1 Kreuzungen 2006.....	34
4.1.2 Mehlauresistenzzüchtung	35
4.2 Genomanalyse und Biotechnologie bei Hopfen.....	40
4.2.1 Identifizierung von Mehlauresistenzmarkern bei Wildhopfen.....	40
4.2.2 Erarbeitung einer effektiven Methode zur Erzeugung pilzresistenter Hopfen über Gentransfer	41
5 Hopfenbau, Produktionstechnik	43
5.1 Nmin-Untersuchung 2006.....	43
5.2 Aufleitversuch mit zwei bzw. drei Reben bei der Hopfensorte Saphir	44
5.3 Vergleich verschiedener Methoden der pH-Schnellbestimmung auf Genauigkeit und Praktikabilität in der Beratung.....	46
5.4 Möglichkeiten und Wirtschaftlichkeit alternativen Energiequellen bei der Hopfentrocknung	48
5.5 Beratungs- und Schulungstätigkeit	51
5.5.1 Informationen in schriftlicher Form	51
5.5.2 Internet und Intranet.....	52
5.5.3 Telefonberatung Ansagedienste	52

5.5.4	Vorträge, Führungen, Schulungen und Versammlungen.....	52
6	Pflanzenschutz im Hopfenbau.....	53
6.1	Schädlinge und Krankheiten des Hopfens	53
6.2	Forschungsprojekt „Entwicklung von Pflanzenschutzstrategien im Ökologischen Hopfenbau als Alternativen zur Anwendung kupfer- und schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel“	55
6.3	Virusfreies Pflanzengut.....	58
7	Hopfenqualität und Analytik	59
7.1	Allgemeines.....	59
7.2	Sorten mit hohen α -Säuren und β -Säuregehalten.....	59
7.3	Die Biogenese der Hopfenbitterstoffe im Jahr 2006	61
7.4	Welthopfensortiment (Ernte 2005).....	66
7.5	Ringanalysen zur Ernte 2006	72
7.6	Entwicklung einer NIR (Nahinfrarot Reflektionsspektroskopie)-Kalibrierung basierend auf HPLC (Hochauflösende Flüssigchromatographie)	76
7.7	Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen der Ernte 2006..	78
7.7.1	Beurteilung der Ergebnisse	81
7.7.2	Zusammenfassung	81
7.8	Kontrolle der Sortenechtheit	81
8	Veröffentlichung und Fachinformationen	82
8.1	Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit.....	82
8.2	Veröffentlichungen	82
8.2.1	Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge	82
8.2.2	LfL-Schriften.....	84
8.2.3	Pressemitteilungen.....	85
8.2.4	Beiträge in Rundfunk und Fernsehen	85
8.3	Tagungen, Vorträge, Vorlesungen, Führungen, Ausstellungen	85
8.3.1	Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare.....	85
8.3.2	Vorträge	85
8.3.3	Führungen	91
8.3.4	Ausstellungen und Poster.....	95
8.4	Aus- und Fortbildung.....	95
8.5	Diplomarbeiten und Dissertationen	96
8.5.1	Diplomarbeiten	96
8.5.2	Dissertation.....	96

8.6	Mitarbeit in Arbeitsgruppen	97
9	Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben	97
10	Personal IPZ 5 – Arbeitsbereich Hopfen	99

1 Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen

1.1 Laufende Forschungsvorhaben

Wildhopfen – neue genetische Ressourcen für die Mehлтаuresistenzzüchtung

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Finanzierung:	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.
Projektleiter:	ORRin Dr. E. Seigner, LA A. Lutz
Kooperation:	Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising
Bearbeiter:	LA A. Lutz, LTA J. Kneidl; S. Hasyn (EpiLogic)
Laufzeit:	01.03.2003 –30.04.2006

Ziel:

Zielsetzung dieses Projektes war es, neuartige, bisher noch nicht bekannte Resistenzen im Wildhopfengenpool zu identifizieren. Diese neuen, noch voll wirksamen Mehлтаuresistenzgene sollen zur Einkreuzung und Verbreiterung der genetischen Basis im Hüller Zuchtmaterial genutzt werden.

Ergebnisse:

- Seit 2001 wurden über 15.000 Wildhopfen im Gewächshaus und im Labor auf ihre Mehлтаuresistenz hin geprüft. Zum Test im Gewächshaus wurden Mehltaurassen eingesetzt, die das Virulenzspektrum der in der Hallertau vorherrschenden Mehлтаupopulationen (mit den Virulenzgenen *v3*, *v4*, *v6*, *vB*) repräsentieren. Im Labor wurde die Reaktion der Wildhopfen gegenüber zwei englischen Mehltausisolaten vom *v1*-, *v2*- und *v5*-Virulenztyp untersucht.
- Bis 2006 konnten 54 Wildhopfen ausselektiert werden, die sich gegenüber allen bisher zur Prüfung im Gewächshaus und im Labor eingesetzten Mehltaurassen (*v1*, *v2*, *v3*, *v4*, *v5*, *v6*, *vB*) als resistent erwiesen haben.
- Einige Wildhopfen wurden bereits als Kreuzungspartner verwendet, um die neuen Resistenzen im Hüller Zuchtmaterial und in künftige Sorten zu verankern.
- Für die Resistenzgene von zwei Wildhopfen werden molekulare Selektionsmarker erarbeitet, um künftig zuverlässiger und schneller Widerstandsfähigkeit gegen Echten Mehltau zu identifizieren.

Publikation:

Seigner, E., Lutz, A. and F.G. Felsenstein. (2006): Wild hops – New genetic resources for resistance to hop powdery mildew (*Podosphaera macularis* ssp. *humuli*). Monatschrift für Brauwissenschaft, July/August 2006 (59), 122-129.

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, LA A. Lutz, Dr. S. Seefelder
Kooperation:	Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising
Bearbeiter:	LA 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 Mehлтаutestung 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 *Podosphaera 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 2006 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 107 Wildhopfen, 182 Zuchtstämmen und 4 Fremdsorten im Gewächshaus und im Labor-Blatt-Test
- zur zuverlässigen Resistenzeinschätzung von 670 Sämlingen aus 5 Kartierpopulationen, um molekulare Marker für Mehлтаuresistenz zu entwickeln
- bei 45 Analysen zur Genexpression nach Beimpfung mit speziellen Mehлтаuisolaten bei 2 verschiedenen Resistenzen. 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
- zur sicheren Testung von 11 transgenen Hopfen

Erarbeitung einer effektiven Methode zur Erzeugung pilzresistenter Hopfen über Gen-transfer

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
Bearbeiter:	Dr. H. Miehle, S. Marchetti, P. Hartberger bis 05.07.06, K. Ehm ab 01.08.06
Laufzeit:	01.01.2005 – 31.12.2007

Ziel:

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

Ergebnisse:

- PCR-Protokolle für vier bakterielle Chitinase-Gene wurden weiter optimiert: zwei der bakteriellen Chitinasen wurden bereits durchkloniert und in zwei Hopfensorten übertragen. Dabei konnte eine verbesserte Regenerationsfähigkeit insbesondere bei der Sorte „Hallertauer Mittelfrüher“ festgestellt werden. Infektionstests sollen hier in den kommenden Monaten folgen. Die anderen beiden Chitinasen befinden sich noch im Klonierungsprozess.
- Die Sequenzen der beiden *Verticillium*-Resistenzgene stimmen trotz mehrfach geänderter DNA-Ausgangsmaterials wiederholt nicht mit den publizierten Sequenzen überein. Diese Arbeiten wurden daher nicht fortgesetzt.

Entwicklung molekularer Selektionsmarker für Mehltaresistenz 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, Agrarbiol. Forschung und Beratung, Freising
- Bearbeiter:** Dr. S. Seefelder, LTA P. Hager (geb. Bauer),
CL V. Mayer, LA A. Lutz, LTA J. Kneidl, Dr. E. Seigner
- Laufzeit:** 01.01.2006- 31.12.2007

Ziel:

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

Ergebnisse:

- Durchführung einer „Bulk-segregant-Analyse“ mit den Kartierpopulationen 84/8/24 (R2) x 98/44/49, 'Buket' x 98/27/731 (R2) und 'Wye Target' (R2) x WH18/097/003. Einsatz des AFLP-Enzymsystems Pst-MseI zusätzlich zum bewährten EcoRI-MseI-System. Neben der Möglichkeit, Resistenzmarker in bisher nicht detektierten Genregionen zu identifizieren, beinhaltet ein neues Enzymsystem auch die Chance, bei der geplanten Resistenzmarkerkartierung das unerwünschte „Clustern“ vieler Marker in einer sehr engen Genregion zu minimieren. Mit insgesamt 15 Pst-Mse-AFLP-Primerkombinationen wurden bislang 12 DNA-Resistenzmarker identifiziert. Mit einer Primerkombination konnte neben der Aussage zur Mehltaresistenz gleichzeitig das Geschlecht der zu untersuchenden Sämlinge detektiert werden. Eine Kartierung zur Überprüfung der Qualität der Marker soll in Kürze durchgeführt werden.
- Erfolgreiche Verifizierung von Resistenzmarkern anhand männlicher und weiblicher Zuchtstämme. Praxistauglichkeit dieser Mehltaresistenzmarker für den Einsatz in der Hopfenzüchtung wurde bestätigt.
- Untersuchung einer „differenziellen Genexpression“ nach Beimpfung mit Mehltasporen. Hierzu wurde die cDNA von 'Target'-Pflanzen nach Infektion mit einem virulenten Isolat gegen cDNA von 'Wye Target' nach Beimpfung mit einem avirulenten Mehltausolat mit insgesamt 50 AFLP-Primerkombinationen „gescreent“. Zurzeit werden Veränderungen im Expressionsmuster zwischen Pflanzen vor und nach dem Kontakt (induzierte Resistenzreaktion) mit dem Mehltapilz und Unterschiede zwischen der „noch wirksamen“ und „überwundenen“ 'Wye Target'-Resistenz ausgewertet.

Publikationen:

Seefelder, S. (2006): Gendiagnostische Methoden zur Verbesserung der Mehltaresistenz bei Hopfen –Ein Beispiel für angewandte Forschung an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft. Brauwelt Nr. 17, 483.

Seefelder, S., Lutz, A. and Seigner, E. (2006): Development of molecular markers for powdery mildew resistance to support breeding for high quality hops. Monatsschrift für Brauwissenschaft, May/June 2006 (59), 100-104.

Analyse von QTLs für α -, β -Säure, 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, LA A. Lutz , Dr. E. Seigner
Laufzeit:	01.05.2002- 31.12.2007

Ziel:

Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, DNA-Marker für brautechnisch relevante Inhaltsstoffe zu identifizieren. Darüber hinaus wird 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, besteht aus 139 weiblichen Pflanzen. Jede Pflanze wird seit 2003 in Deutschland und in USA an zwei verschiedenen Standorten in drei Wiederholungen angebaut.
- Im Versuchsjahr 2006 wurde erneut jedes Individuum beerntet und mindestens zwei Hopfenmuster von jeder Pflanze für die chemischen Analysen bereitgestellt.
- Von insgesamt 1.112 Hopfenmustern wurden zusätzlich wichtige phänotypische Daten gewonnen.
- Ausgehend von 786 AFLPs und 26 Mikrosatelliten wurde eine weibliche und männliche genetische Karte erstellt.
- Mittels HPLC wurden die chemischen Daten für die Erntemuster 2004 und 2005 gewonnen.
- Aktuell werden alle Daten statistisch evaluiert, bevor mit der QTL-Verrechnung begonnen wird.
- In Kürze werden die chemischen Daten für die Erntemuster 2006 ermittelt.

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 Hopfenveredelungsgesellschaft /Hopsteiner)
- Projektleiter:** Dr. S. Seefelder; ORRin Dr. E. Seigner
- Bearbeiter:** R. Seidenberger (geb. Schürmer), Dr. S. Seefelder,
LA 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:

- Basierend auf den Resistenzdaten von 5 verschiedenen Kartierpopulationen wird angenommen, dass jeweils ein einzelnes Hauptgen für die Mehltaresistenz der beiden Wildhopfen WH 18 und Jap-C845 entscheidend ist.
- Ausgehend von einer „Bulk-segregant-Analyse“ konnte für die Resistenz des japanischen Wildhopfens (Jap-C845) ein und für die Resistenz des Wildhopfens WH 18 zwei eng mit der Resistenz gekoppelte AFLP-Marker identifiziert werden.
- Als Vorarbeit zur Analyse der bei der Resistenzreaktion exprimierten cDNA-AFLPs wurde ein Protokoll zur effektiven und schonenden Extraktion von RNA aus Hopfengewebe erarbeitet.
- Untersuchungen zur „differenziellen Genexpression“ nach Beimpfung mit Mehltausporen werden gegenwärtig durchgeführt. Ausgehend von einer cDNA-AFLP-Analyse wird nach unterschiedlich exprimierten Gensequenzen zwischen Pflanzen mit und ohne Mehltaukontakt gesucht. Dabei wird angenommen, dass resistente Pflanzen nach Beimpfung mit Mehltau zur Abwehr spezielle Gene aktivieren.
- Ende 2006 liegen erste Erkenntnisse zu cDNA-AFLPs vor, die aufgrund ihre Expressions-Kinetik und ihrer Homologie zu bekannten Resistenzgenen bei anderen Fruchtarten möglicherweise beim Erkennen und /oder der Abwehr des Pathogens eine Rolle spielen.

Untersuchungen zum Einfluss der Witterung auf die Epidemiologie des Echten Mehltaus (*Podosphaera macularis humuli* Burr).

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
- Finanzierung:** Eigenmittel
- Projektleiter:** Ltd. LD B. Engelhard
- Bearbeiter:** B. Engelhard, Dr. K. Kammhuber, R. Eicheldinger
- Laufzeit:** 2003 – 2006
- Ziele:** Entwicklung eines Prognosemodells zur gezielten Bekämpfung des Echten Mehltaus

Methoden:

Von sieben agrarmeteorologischen Messstationen in der Hallertau wurden täglich von Anfang Mai bis Ende August die Witterungsdaten auf Stundenbasis abgerufen und nach dem vorläufigen Prognosemodell ausgewertet.

Folgende Versuche wurden angelegt und ausgewertet:

- 2 Parzellenversuche zur Amtlichen Mittelprüfung
- 1 Großparzellenversuch
- 8 Streifenversuche

An diesen 11 Standorten waren jeweils auch unbehandelte (Null) Parzellen. In 31 Betrieben wurden 39 Hopfengärten (von Merkur bis Magnum) nach Spritzaufruf behandelt.

Ergebnisse:

- An den 11 Standorten mit unbehandelten Parzellen wurde nur am Standort Reitersberg Mehltau festgestellt. Dies bedeutet, dass 2006 nur an wenigen Standorten in der Hallertau Mehltau aufgetreten ist und das Prognosemodell nicht unter wirklichen Infektionsbedingungen getestet werden konnte.
- Das Modell wurde insofern bestätigt, da nach dem „5er Modell“ nur ein Spritzaufruf am 04. August ausgelöst wurde.
- Infektionen an Standorten wie in Reitersberg sind ein Zusammentreffen weniger Mehltausporen und vielen Blättern an den Seitenarmen in den 1. bis 3. Blatttagen. Durch mechanische Maßnahmen wird der Hopfen zur Bildung vieler Blätter angeregt und die Sporen finden optimale Infektionsbedingungen auf der Seite des Wirts. Diese Bedingungen werden auch in Zukunft nicht mit Prognosemodellen erfasst werden können.
- Zweimalige Spritzung am Standort Reitersberg mit dem Produkt Prosper (Spiroxamine) hat ein sehr gutes Versuchsergebnis gebracht.
- Im 4. Jahr hat sich gezeigt, dass das sog. „4er Modell“ zu viele Aufrufe auslöst und nicht weiter geprüft werden sollte.
- Die Vorgaben für das vorläufige Prognosemodell werden zum jetzigen Zeitpunkt nicht verändert.

Literatur:

Schlagenhauer, S.: Untersuchungen zur Infektionsbiologie des Echten Mehltaus (*Podosphaera macularis*) im Hopfenbau. Diplomarbeit, TU Freising, 106 S.

Entwicklung von Pflanzenschutzstrategien im Ökologischen Hopfenbau als Alternativen zur Anwendung kupfer- und schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
- Finanzierung:** Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
- Projektleiter:** Ltd. LD B. Engelhard
- Kooperation:** Bioland e.V.
- Bearbeiter:** M. Eckert, A. Bogenrieder, Dr. F. Weihrauch
- Laufzeit:** 01.04.2004 – 30.11.2006
- Ziel:** Bekämpfung der Krankheiten und Schädlinge im Öko-Hopfenbau ohne synthetische Pflanzenschutzmittel und Ersatz bzw. Reduzierung von kupfer- und schwefelhaltigen Produkten.

Echter Mehltau *Podosphaera macularis ssp. humuli*

In den drei Versuchsjahren gab es in den unbehandelten Parzellen keinen Mehltau. Die Prüfung auf Wirksamkeit der Produkte war deshalb nicht möglich.

Konsequenz: Die Varianten sollten im Rahmen der amtlichen Mittelprüfung 2007 nochmals geprüft werden.

Falscher Mehltau oder *Peronospora Pseudoperonospora humuli*

Die Prüfungen erfolgten in der hochanfälligen Sorte Hallertauer Mittelfrüher. Vier kupferfreie Varianten brachten in keinem der Versuchsjahre befriedigende Ergebnisse. In den Varianten mit reduzierten Kupfermengen in Form von Cu-Hydroxid war die Konzentration zu niedrig angesetzt. Die Wirkung reichte bei 50 % Einsparung nicht mehr aus.

Konsequenz: Ohne kupferhaltige Produkte bzw. Minderungen kann der Falsche Mehltau im Öko-Hopfenbau nicht wirksam bekämpft werden. Die Aufwandmenge mit Cu-Hydroxidhaltigen Mitteln ist noch anzupassen.

Hopfenblattlaus *Phorodon humuli*

Bei den **Spritzverfahren** brachte „**Quassia**“ (Eigensud am Betrieb) immer die besten Ergebnisse. Verbessert wurde die Wirkung noch durch Zusatz von Schmierseife (Versuch 2005/2006). NeemAzal T/S zeigte zwar eine Wirkung auf Blattläuse, für einigermaßen befriedigende Ergebnisse reichte die Wirkung jedoch nicht aus. Zwischen Spritz- und Streichvarianten gab es keine grundsätzlichen Unterschiede. Auch die Wirkung von Spruzit Neu blieb über die gesamte Versuchsdauer betrachtet sehr unbefriedigend. In den **Streichvarianten** wurde mit TRF-002 im ersten Versuchsjahr klar, dass positive Ergebnisse zu erwarten sind, diese jedoch eine Frage der Aufwandmengen an Aktivsubstanz sind. Unter den Bedingungen des Bio-Hopfenbaus hat das Handelsprodukt TRF-002 mit 24 g/ha Quassin grundsätzlich sehr gute Ergebnisse gebracht.

Konsequenz: Für das Fertigprodukt sollte eine Genehmigung nach dem Pflanzenschutzgesetz angestrebt werden.

Literatur: Der ausführliche Bericht wird 2007 in der „Lfl-Schriftenreihe“ veröffentlicht.

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

- Träger:** LfL, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
- Finanzierung:** Anheuser-Busch Companies, Inc.
Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.
- Projektleiter:** Ltd.LD B. Engelhard
- Bearbeiter:** Dr. F. Weihrauch, A. Baumgartner, M. Felsl, M. Fischer
- Laufzeit:** 01.04.2005 – 30.04.2008

Ziele:

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.

Um gezielt in Richtung einer 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 sollen die Grundlagen für eine derartige Standardmethode erarbeitet werden.

Ergebnisse:

Als Hopfenmaterial, dessen Unterschiede hinsichtlich der Blattlausanfälligkeit untersucht werden sollten, wurden die folgenden 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. Rekordhalter bei der Blattlaus-Lebensdauer war ein Tier, das auf HM ein Alter von 51 Tagen erreichte. 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 2006 insgesamt viermal durchgeführt, so dass insgesamt über 4.300 Datensätze zur Blattlausvermehrung gewonnen werden konnten, an deren systematischer und statistischer Auswertung noch gearbeitet wird.

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

Träger: LfL, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Finanzierung: Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.
Projektleiter: Ltd.LD B. Engelhard
Bearbeiter: Dr. F. Weihrauch, A. Bogenrieder, M. Felsl, M. Fischer, A. Neuhauser
Laufzeit: 01.04.2005 – 30.04.2008

Ziele:

Seitens der Beratung besteht seit Jahrzehnten die Forderung: „Zum Zeitpunkt der Doldenausbildung muss der Hopfen blattlausfrei sein. Wenn noch einzelne Blattläuse gefunden werden, ist eine weitere Bekämpfungsmaßnahme notwendig!“

Ziel des Vorhabens ist es, diese Aussage zu überprüfen: Kann – und wenn ja, unter welchen Voraussetzungen (z.B. Sorte, Zeitpunkt) – eine bestimmte Anzahl Blattläuse pro Blatt geduldet werden, ohne dass zum Erntezeitpunkt die Dolden qualitativ und quantitativ negativ beeinflusst werden? Zu diesem Themenkomplex gibt es bislang keine mehrjährigen Versuchsergebnisse und keine Publikationen.

Ergebnisse:

Als Vorversuch zu einer umfangreicher geplanten Studie wurden wie im Vorjahr in 14 Praxisgärten (vier Sorten: HM, HT, PE, SE) Parzellen (je ca. 380 m²) angelegt, die als Spritzfenster ohne Insektizidbehandlung der Kontrolle der ungebremsten Blattlausentwicklung in dem jeweiligen Garten dienen und die wöchentlich bonitiert wurden. In je zwei Gärten jeder Sorte wurde zudem eine Versuchsernte durchgeführt. Unterm 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 (Sorte 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 (79 %) problemlos auf eine Insektizid-Behandlung verzichten hätten können.

Erneut bestätigt wurden auch die enormen Sortenunterschiede bei der Blattlausanfälligkeit, die zwischen HM und SE etwa den Faktor 10 betragen. Unter den Aromasorten war dann auch besonders SE in beiden Jahren ohne Insektizideinsatz absolut ungefährdet.

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

Träger: LfL, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Finanzierung: Anheuser-Busch Companies, Inc.
Projektleiter: Ltd.LD B. Engelhard
Bearbeiter: Dr. F. Weihrauch, A. Bogenrieder, M. Felsl, M. Fischer, A. Neuhauser
Laufzeit: 01.04.2005 – 30.04.2008

Ziele:

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. 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.

Ergebnisse:

Im Frühjahr 2004 wurde erstmals in einem Hopfengarten (Sorte: HT) in Buch, Gem. Aiglsbach, der Nachweis einer erfolgreichen Überwinterung erbracht. Am 1. Juli 2004 erfolgte dort eine vorerst letzte Akarizidbehandlung. Ohne weiteres Ausbringen des Nützlings wurden auch 2005 regelmäßig Raubmilben in diesem Bestand nachgewiesen, und der Garten blieb 2005 auch komplett ohne Akarizidspritzung, ohne dass es zu irgendeiner Form von Spinnmilben-Schäden kam. Im gesamten Frühjahr 2006 konnte auch am südexponierten Spinnmilben-„hot spot“ des Gartens keinerlei Befall festgestellt werden. Erst am 20. Juni wurden die ersten kleinen Befallsspuren im Bestand entdeckt, wobei die Spinnmilben aber wiederum bereits in fast allen Fällen von Raubmilben eliminiert worden waren. Bei der Bonitur am 4. Juli wurde zudem entdeckt, dass sich auf dem Brennessel-Ranken, der sich über die gesamte Länge von über 200 m an der Südseite entlangzog, eine dichte Raubmilben-Population existierte. Offensichtlich hatten die Nützlinge sich während der Winter 2004/2005 und 2005/2006 auf den Brennesselranken zurückgezogen und diesen – möglicherweise neben Verstecken in der obersten Bodenschicht bzw. der Streu im Garten – als Winterrefugium benutzt. Auffällig war jedenfalls, dass an dieser Südseite des Gartens, von der nach Auskunft des Landwirtes alljährlich der Spinnmilbendruck auf diesen „hundertprozentigen“ Spinnmilbengarten ausging, 2005 und 2006 in praktisch allen gefundenen Spinnmilbennestern auch sofort immer Raubmilben auftraten. Die Entdeckung, dass der Brennesselranken ein wichtiges, wenn nicht gar entscheidendes Refugium für die Nützlinge darstellte, ist eine wichtige Erkenntnis für zukünftige Managementpläne und –versuche zum Raubmilbeneinsatz. Die Effizienz solcher randlicher Refugien muss in weiteren, mehrjährig angelegten Untersuchungen überprüft werden.

Untersuchungen zur Anlockung von Blattlaus- und Spinnmilben-Antagonisten

Träger: LfL, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Finanzierung: Anheuser-Busch Companies, Inc.
Projektleiter: Ltd.LD B. Engelhard
Bearbeiter: Dr. F. Weihrauch, M. Felsl, M. Fischer
Laufzeit: 01.04.2005 – 30.04.2008

Ziele:

Das Ziel des Vorhabens ist es, Lockstoffe (volatile Substanzen wie flüchtige Pflanzeninhaltsstoffe oder Pheromone) zu finden, die als Attraktantien für verschiedene Nützlingsarten an den Hopfen dienen können, um dort durch eine frühzeitige Eiablage bereits Gegenspieler der beiden Hauptschädlinge vor deren Massenvermehrung im Bestand zu haben. Wichtigstes Objekt der Untersuchungen soll 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.

Ergebnisse:

Ab dem 13. Juli wurden in vier Hopfengärten, die deutlich voneinander entfernt lagen, sowie in einer Waldlichtung je ein Satz Insektenfallen exponiert, der aus Lockstoffen Nepetalactol, Nepetalacton, Phenylacetaldehyd, 2-Phenylethanol sowie einer unbehandelten Kontrolle bestand. Die Fallen hingen acht Wochen lang bis zum 6. September und wurden in wöchentlichen Intervallen geleert. Insgesamt wurden in den acht Wochen 1475 Florfliegen-Individuen gefangen, die fast nur aus Männchen der Art *Peyerimhoffina gracilis* bestanden; lediglich drei Tiere waren Männchen von *Chrysopa pallens*. Die Fänge gelangen ausschließlich in Fallen, die mit Nepetalactol oder Nepetalacton beködert waren, die anderen Lockstoffe erbrachten keinen einzigen Fang. Was die Attraktion von *Peyerimhoffina gracilis*-Männchen durch Nepetalacton bzw. Nepetalactol angeht, wurden die positiven Ergebnisse der beiden Vorjahre demnach eindeutig bestätigt. 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, gelang nicht ein einziger Fang.

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

- Träger:** LfL, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
- Finanzierung:** Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.
- Projektleiter:** Ltd.LD B. Engelhard
- Bearbeiter:** Dr. F. Weihrauch, A. Bogenrieder, M. Felsl, M. Fischer, A. Neuhauser
- Laufzeit:** 01.04.2005 – 30.04.2008

Ziele:

Der Luzernerüssler *Otiorhynchus ligustici* verursacht jährlich auf ca. einem Drittel der deutschen Hopfenanbaufläche wirtschaftliche Schäden. Eine Regulierung auf biologische Weise durch die Ausbringung und mögliche Etablierung insektenpathogener Nematoden würde eine umweltfreundliche, nachhaltige Alternative darstellen. In diesem Projekt sollen entomopathogene Nematoden (EPN) mit dem Ziel einer dauerhaften Ansiedlung im Boden der Hopfengärten und der nachhaltigen Reduzierung des Schädling getestet werden.

Ergebnisse:

Mit Hilfe der sehr arbeitsaufwändigen Fangpflanzen-Methode – d.h. Anbieten von Rotklee zwischen den Hopfenstöcken als Alternative Fraß- und Eiablagepflanze für die Käfer – sollten 2006 als Voruntersuchung zwei Nematodenarten auf Unterschiede in ihrer Wirksamkeit untersucht werden, um im Folgejahr mit einer möglichst gut geeigneten Art den eigentlichen Versuch durchzuführen. 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 Vorversuches im Vorjahr. In Untermantelkirchen waren die Käferdichten 2006 deutlich höher und über alle Parzellen relativ ausgeglichen. Die Bonituren der ausgegrabenen Kleesoden etwa vier Wochen nach Behandlung ergaben unterschiedliche Ergebnisse: In Untermantelkirchen konnten Ende Juli nur sehr wenige Fraßspuren an den Wurzeln ermittelt werden und überhaupt keine Käferlarve gefunden werden. Dagegen konnten in Oberulrain vier Wochen später deutlich mehr Fraßspuren ermittelt werden, und es wurden insgesamt an 180 Kleesoden immerhin zehn Käferlarven des Stadiums F-2 mit Größen von 5 bis 7 mm entdeckt.

Fazit der zweijährigen Untersuchungen: Die Nematodenarten *Heterorhabditis bacteriophora*, *Steinernema carpocapsae* und *S. feltiae* wurden 2005 (*H. bacteriophora* vs. *S. feltiae*) und 2006 (*H. bacteriophora* vs. *S. carpocapsae*) auf mögliche Unterschiede in ihrer Wirksamkeit überprüft. Diese Wirksamkeitstests erbrachten keinerlei Unterschiede zwischen den Nematoden-Arten. Unter Berücksichtigung dieser Ergebnisse sowie der 1993 ermittelten höheren Effektivität von *S. carpocapsae* und der Tatsache, dass die in den Hopfengärten der Hallertau indigenen *Steinernema*-Arten eine wesentlich höhere Persistenz als *H. bacteriophora* im Boden zeigen, wird vorgeschlagen, in weiteren Verlauf des Projektes mit der Nematodenart *Steinernema carpocapsae* zu arbeiten.

1.2 Forschungsschwerpunkte

1.2.1 Forschungsschwerpunkte Züchtung

Züchtung von mehltaresistenten Qualitätssorten im Aroma – und Bitterstoffbereich

Leitung: ORRin Dr. E. Seigner, LA A. Lutz

Bearbeitung: LA 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:

- 2006 wurden 84 spezifische Kreuzungen mit mehltaresistenten Kreuzungspartnern im Aroma- bzw. Bitterstoffbereich durchgeführt.
- Prüfungen auf Mehltaresistenz im Gewächshaus und Feld
 - Sämlinge aus den verschiedenen Zuchtprogrammen wurden nach künstlicher Beimpfung mit vier verschiedenen Mehltausisolaten, die in der Hallertau weit verbreitet sind, auf ihre Resistenz hin gescreent. Des Weiteren wurden 4 Fremdsorten 182 Zuchtlinien sowie 107 Wildhopfen in diese Gewächshausprüfung miteinbezogen.
 - Nur Individuen, die als resistent eingestuft wurden, wurden nach der Resistenzprüfung im Gewächshaus im Feldanbau unter natürlichen Infektionsbedingungen und ohne Fungizideinsatz (ca. 4000 Sämlinge pro Jahrgang) auf ihre Mehltaresistenzigenschaften hin untersucht.
- Prüfung auf Mehltaresistenz im Labor (Blattresistenztest)
 - Zur Zeit stehen 12 verschiedene Mehltausolate mit charakterisierten Virulenzeigenschaften für die Testungen in der Petrischale zur Verfügung. Mit diesem Mehltausortiment kann auf alle bisher weltweit in der Züchtung verwendeten Resistenzen geprüft werden.
 - Im Blatt-Resistenztest wurden 4 Sorten, 182 Zuchtlinien und 97 Wildhopfen mit zwei englischen Mehltausisolaten in Kontakt gebracht. So konnte die Widerstandsfähigkeit gegenüber Mehltaurassen getestet werden, die noch nicht in Deutschland aufgetreten sind.
- Nur mit Hopfen, die in allen Tests Widerstandsfähigkeit gegenüber Echtem Mehltau zeigen, wird in der Züchtung weitergearbeitet.

1.2.2 Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik

Düngungsversuch zu Kalifixierung

Projektleiter: LOR J. Portner

Bearbeiter: 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 erste Versuchsernte 2006 zeigt einen tendenziellen Ertragsanstieg bei den höchst gedüngten Parzellen.

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

Projektleiter: LOR J. Portner

Bearbeiter: LA E. Niedermeier

Kooperation: Firma MEKO, Ljubljana, Slowenien

Mit den „Bodenaktivatoren“ Agrovit und Litho soll im Versuch auf zwei Standorten mit zwei verschiedenen Sorten vierjährig 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. Die erste Versuchsernte 2006 erbrachte mit dem Bodenaktivator eine Ertragseinbuße bei der Sorte Perle von 9 % und bei der Sorte Hallertauer Mittelfrüher von 40 %.

Aufleitversuche bei den Sorten Saphir und Herkules (zusätzlicher Standraumversuch)

Projektleiter: LOR J. Portner

Bearbeiter: LA E. Niedermeier

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. Die Aufleitversuche dienen dazu, bei den neueren Sorten die optimale Rebenzahl pro Aufleitung zu finden. Für die Sorte Saphir war 2006 das 3. Versuchsjahr. Der Versuch mit Herkules wurde 2006 in einer Neuanpflanzung angelegt. Als weitere Versuchsfrage wurde der Pflanzabstand in der Reihe variiert, um die Standraumansprüche dieser ertragsreichen Neuzüchtung in den Jahren 2007-2009 abzuklären.

Ermittlung des optimalen Erntezeitpunktes bei den Sorten Saphir und Herkules

Bearbeiter: LOR J. Portner, LA A. Lutz

Laufzeit: 2004 – 2008 (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 1. Jahr beerntet. Da in den letzten 3 Jahren die Ernte relativ spät begann, wird der Erntezeitversuch bei der Sorte Saphir voraussichtlich ein weiteres Jahr fortgeführt, um Daten bei einem „normalen“ Erntebeginn zu gewinnen

Vergleich verschiedener Methoden der pH-Schnellbestimmung auf Genauigkeit und Praktikabilität in der Beratung

Projektleiter: LOR J. Portner

Bearbeiter: LAR J. Schätzl

Kooperation: K. Mauermeier (Hopfenring Hallertau)
G. Kindsmüller (Hopfenring Hallertau)

Im Hopfenbau treten häufig Wachstumsstörungen auf, die auf eine Über- oder Unterversorgung mit Spurennährstoffen zurückzuführen sind. Um mögliche Ursachen einzugrenzen, ist es oftmals bei der Beratung oder Betreuung der Hopfengärten vor Ort erforderlich, den pH-Wert des Bodens annäherungsweise zu bestimmen.

Dazu bietet die Industrie verschiedene Hilfsmittel an, die sich in der Genauigkeit und Praktikabilität unterscheiden. In einem Exaktversuch wurden die verschiedenen Hilfsmittel auf ihre Praxistauglichkeit untersucht. Getestet wurden das Hellige pH-Meter, der Soil Tester von der Fa. Stelzner und die Reflektometerbestimmung im Vergleich zur Labormessung.

Das altbewährte Hellige Testverfahren lieferte die genauesten Ergebnisse, ist einfach in der Handhabung und relativ schnell.

Erprobung der Sensortechnik bei frühen Pflanzenschutzapplikationen

- Projektleiter:** LOR J. Portner
OAR A. Schenk (IPS)
- Bearbeiter:** LOR J. Portner, S. Fuß
- Kooperation:** Hans Wanner GmbH, Wangen i. Allgäu
Müller Elektronik, Salzkotten
- Laufzeit:** 2006 – 2008

Aufgrund des großen Pflanzabstandes (1,4-1,6 m in der Reihe) und der geringen Belaubung im Frühjahr entstehen bei den ersten Pflanzenschutzapplikationen große Verluste, wenn bei der Vorwärtsfahrt zwischen die Pflanzen hindurch gespritzt wird. Durch den Einsatz von Sensoren, die die Stöcke, Pflanzen oder Blattflächen erkennen und somit eine zielgenaue Applikation ermöglichen, könnte eine erhebliche Reduktion der Pflanzenschutzmittelverluste erreicht werden. In einem 3-jährigen Versuch sollen geeignete Sensoren zur Pflanzenerkennung erprobt und eine funktionsfähige Steuerung und Abschaltung der Düsen für verschiedene Anwendungsbereiche entwickelt werden. Die ersten Versuche dazu verliefen vielversprechend.

Entwicklung eines EDV-Wasserhaushaltsmodells zur Bewässerungssteuerung im Hopfen

- Projektleiter:** LOR J. Portner
- Bearbeiter:** LA J. Münsterer
- Kooperation:** Dr. Th. Rötzer, München
Erzeugergemeinschaft HVG
StMLF

In zwei Bewässerungsversuchen an den Standorten Hüll und Ilmendorf werden die für einen optimalen Hopfenertrag erforderlichen Bewässerungsmengen und -zeitpunkte durch verschiedenen Versuchsvarianten ermittelt. Gleichzeitig wird das EDV-Wasserhaushaltsmodell HYMO-HOP, das täglich den Wasserhaushalt des Hopfens über meteorologischen Daten berechnet, durch wöchentliche Messungen der Bodenwassergehalte geeicht und auf die Praxisauglichkeit geprüft.

Möglichkeiten der Energieeinsparung bei der Hopfentrocknung

- Bearbeiter:** LA J. Münsterer
- Laufzeit:** 2006 - 2008

Zur Erarbeitung von Grundsätzen und Zusammenhängen über die Möglichkeiten der Energieeinsparung bei der Hopfentrocknung wurden während der Ernte 2006 in 10 verschiedenen Hopfenbaubetrieben zahlreiche Versuche und Messungen durchgeführt. Der Schwerpunkt der Untersuchungen im ersten Jahr lag auf der Nutzung alternativer Energiequellen und der Wärmerückgewinnung. Dabei sollte ermittelt werden, wieviel Liter Heizöl pro Stunde Trocknungszeit durch die unterschiedlichen alternativen Energiequellen eingespart werden können. Eine wirtschaftliche Betrachtung rundet die Untersuchungen ab.

1.2.3 Forschungsschwerpunkte Hopfenqualität und Analytik

Entwicklung einer NIR-Kalibrierung basierend auf HPLC-Daten

Projektleiter: RR Dr. K. Kammhuber

Kooperation: Dr. M. Biendl, Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft mbH
J. Betzenbichler, Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft mbH
R. Schmidt, NATECO₂ GmbH & Co. KG
U. Weiss, Hopfenveredelung HVG Barth, Raiser GmbH & Co KG

Bearbeiter: CL E. Neuhof-Buckl, CTA B. Wyszkon, Dipl. Ing. Agr.
C. Petzina, RR 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 NIR-Kalibrierung basierend auf HPLC-Daten entwickelt, um die steigende Zahl der nasschemischen Untersuchungen durch eine billige Schnellmethode zu ersetzen. Ziel dabei ist, die NIR-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 NIR-Methode bereits eingesetzt.

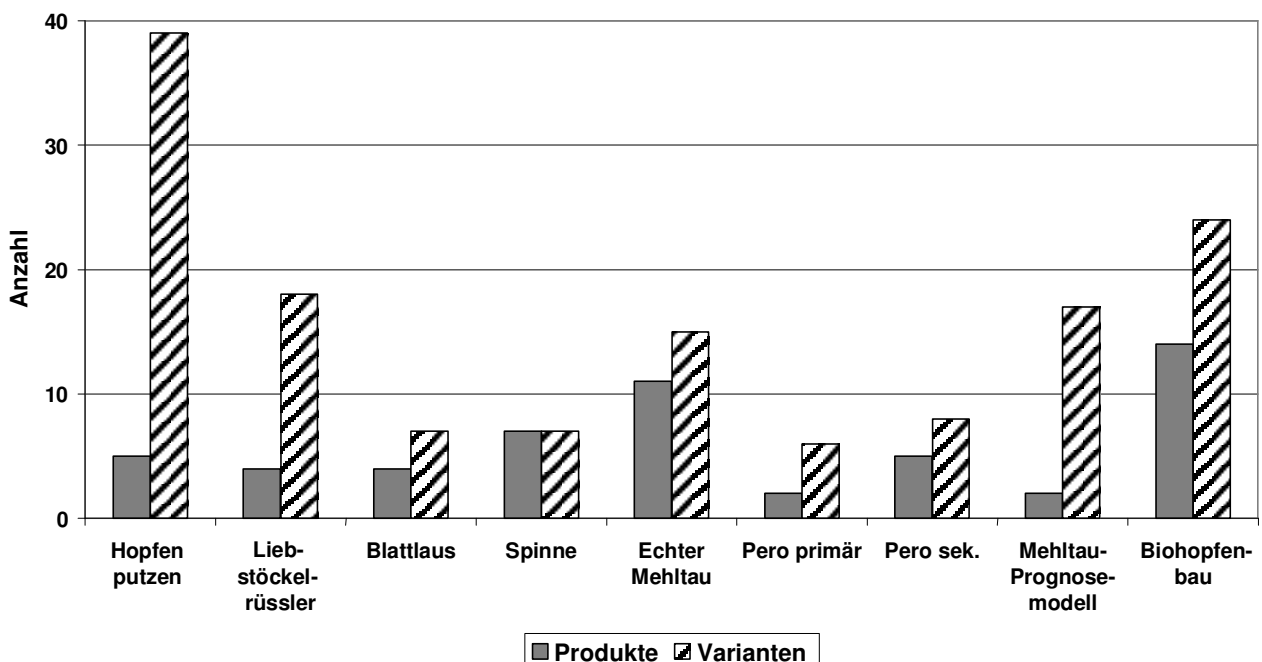
1.2.4 Pflanzenschutz im Hopfen

Prüfung von Pflanzenschutzmitteln für Zulassungen bzw. Genehmigungen und Beratungsunterlagen 2006

Projektleiter: Ltd. LD Bernhard Engelhard

Bearbeiter: LOI R. Eicheldinger, G. Meyr

Prüfungen 2006



2 Witterung 2006 – die Extremwerte werden häufiger

Bernhard Engelhard, Dipl. Ing. agr.

Erst zu kalt, dann Anfang März neue Rekorde bei Schneehöhen; neue Rekordwerte bei Mitteltemperaturen im Juli seit Beginn der Wetteraufzeichnungen und zum Schluss wärmster und trockenster Herbst seit über 100 Jahren. Hopfen kann zwar viel verkraften, aber so viele Extreme waren für eine sehr gute Ernte doch zu viel.

Die Durchschnittstemperatur in den Monaten Januar bis März lag sowohl unter dem 10-jährigen wie auch dem 50-jährigen Durchschnitt. Zunächst war, bedingt durch die lange Schneedecke, der Boden nicht gefroren; im Februar ging der Bodenfrost dann bis auf 60 cm Tiefe. Die Ziehung der Bodenproben und das Drahtaufhängen war somit bei guten Bedingungen durchzuführen.

Sehr spät waren (mit Ausnahme der Nordhänge) die Hopfengärten ab 20. März schneefrei. Die Bodenbearbeitung war durch ständige Niederschläge schwierig. Vereinzelt konnte in den letzten Märztagen auf Sandböden nachmittags mit dem Schneiden der Hopfenstöcke begonnen werden. Optimal war diese Arbeit und das Kreiseln erst in den letzten Apriltagen möglich.

Das Ausputzen und Anleiten begann am 1. Mai. Warme Tage und viel Bodenfeuchte förderten das Wachstum, so dass einige Betriebe bei weniger Fremdarbeitskräften Mühe hatten, die Haupttriebe rechtzeitig an den Draht zu bekommen. Danach wurden die Nächte wieder kälter und bei weniger Niederschlägen stockte das Wachstum bis 10. Juni.

Das erste chemische Hopfenputzen war optimal vom 09. – 14. Juni möglich; mit dem wieder beginnenden Wachstum waren die Blätter empfindlich und mit wenig Wirkstoff abzuätzen.

Der Juli war vom 03. – 27. gekennzeichnet von außergewöhnlich hohen Temperaturen. In einigen Gebieten gab es in der Nacht vom 22. auf 23. Juli Gewitterniederschläge, welche die jetzt schon leicht mitgenommenen Hopfenpflanzen rechtzeitig retten konnten. In Gebieten ohne diese Gewitter waren gegenüber 2005 Ertragsausfälle von bis zu 40 % vorhanden. Die letzte Woche der Trockenheit dürfte auch die Ursache für die unterdurchschnittlichen Alphasäuregehalte bei den frühreifenden Sorten gewesen sein.

Auch die anschließenden Gewitter- bzw. Regenschauer waren sehr ungleichmäßig in der Hallertau verteilt.

Am 11. August war ungewöhnlich großflächiger Hagel in der Hallertau (die Zuchtgärten in Hüll und Rohrbach wurden gerade noch verschont) zu verzeichnen.

Ein weiteres extremes Witterungsereignis war der Sturm am 19. August im Siegelbezirk Jura, dem über 60 ha Hopfengerüste zum Opfer vielen.

Auswirkungen der Witterung auf die einzelnen Schaderreger sind unter Punkt 6.1 beschrieben.

2.1 Witterungsdaten (Monatsmittelwerte bzw. Monatssummen) vom Jahre 2006 im Vergleich zu den 10- und 50-jährigen Mittelwerten

Monat		Temperatur in 2 m Höhe			Relat. Luftf. (%)	Niederschlag (mm)	Tage m. N'schlag >0,2 mm	Sonnenschein (Std.)
		Mittel (°C)	Min.Ø (°C)	Max.Ø (°C)				
Januar	2006	-3,7	-7,1	-0,1	89,6	27,7	5,0	80,7
	Ø 10-j.	-1,3	-4,6	2,2	88,9	39,1	10,2	68,5
	50-j.	-2,4	-5,1	1,0	85,7	51,7	13,7	44,5
Februar	2006	-1,8	-6,0	2,7	88,3	49,0	9,0	56,5
	Ø 10-j.	0,4	-4,1	5,3	83,7	34,4	11,0	102,1
	50-j.	-1,2	-5,1	2,9	82,8	48,4	12,8	68,7
März	2006	1,4	-3,9	6,3	86,1	113,5	19,0	110,5
	Ø 10-j.	4,1	-0,6	9,5	79,9	56,6	12,4	144,8
	50-j.	2,7	-2,3	8,2	78,8	43,5	11,3	134,4
April	2006	8,4	3,2	14,0	83,4	105,4	20,0	149,6
	Ø 10-j.	8,3	2,6	14,3	73,3	46,6	10,6	176,5
	50-j.	7,4	1,8	13,3	75,9	55,9	12,4	165,0
Mai	2006	13,3	7,5	19,3	74,6	111,7	17,0	204,9
	Ø 10-j.	13,7	7,4	20,0	72,9	77,0	12,0	219,3
	50-j.	11,9	5,7	17,8	75,1	86,1	14,0	207,4
Juni	2006	17,2	10,2	24,0	74,3	119,8	11,0	267,6
	Ø 10-j.	16,9	10,2	23,3	72,3	88,5	13,6	244,2
	50-j.	15,3	8,9	21,2	75,6	106,1	14,2	220,0
Juli	2006	21,3	13,8	29,3	69,9	54,1	6,0	330,9
	Ø 10-j.	17,2	11,5	23,5	76,6	108,2	16,7	213,0
	50-j.	16,9	10,6	23,1	76,3	108,4	13,9	240,3
August	2006	14,7	10,3	20,3	86,2	166,5	22,0	137,5
	Ø 10-j.	17,8	11,6	24,7	77,0	79,2	11,0	221,2
	50-j.	16,0	10,2	22,5	79,4	94,9	13,3	218,4
September	2006	15,9	9,9	22,9	82,9	18,4	5,0	201,4
	Ø 10-j.	13,0	7,7	19,4	82,2	69,5	11,6	169,5
	50-j.	12,8	7,4	19,4	81,5	65,9	11,4	174,5
Oktober	2006	11,1	5,7	18,3	87,2	33,3	8,0	154,8
	Ø 10-j.	9,0	4,9	13,9	86,7	72,8	13,4	108,0
	50-j.	7,5	2,8	13,0	84,8	60,0	10,4	112,9
November	2006	5,4	1,2	9,9	91,9	36,6	15,0	81,4
	Ø 10-j.	3,1	0,0	6,6	91,1	61,2	12,1	65,3
	50-j.	3,2	-0,2	6,4	87,5	58,8	12,6	42,8
Dezember	2006	1,7	-1,3	6,0	95,5	40,6	13,0	89,1
	Ø 10-j.	-0,3	-3,2	2,6	90,6	41,8	13,0	59,3
	50-j.	-0,9	-4,4	1,6	88,1	49,1	13,3	34,3
Jahr 2006		8,7	3,6	14,4	84,2	876,6	150,0	1864,9
10 – jähriges Mittel		8,5	3,6	13,8	81,3	774,9	147,6	1791,6
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 1996 bis einschließlich 2005.

3 Statistische Daten zur Hopfenproduktion

Portner Johann, 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	1 554	11,05
1988	4 488	4,41			
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 - 2005 zu 2006		2005	2006	Zunahme + / Abnahme - 2005 zu 2006		2005	2006
	2005	2006	ha	%			Be- triebe	%		
Hallertau	14 221	14 280	+ 59	+ 0,4	1 297	1 251	- 46	- 3,5	10,96	11,41
Spalt	395	388	- 7	- 1,7	95	93	- 2	- 2,1	4,16	4,17
Tettngang	1 212	1 200	- 12	- 1,0	186	179	- 7	- 3,7	6,52	6,70
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	20	19	- 1	- 4,2	3	2	- 1	- 33	6,67	9,50
Elbe-Saale	1 332	1 284	- 48	- 3,6	30	29	- 1	- 3,3	44,40	44,28
Deutschland	17 179	17 170	- 9	± 0	1 611	1 554	- 57	- 3,5	10,66	11,05

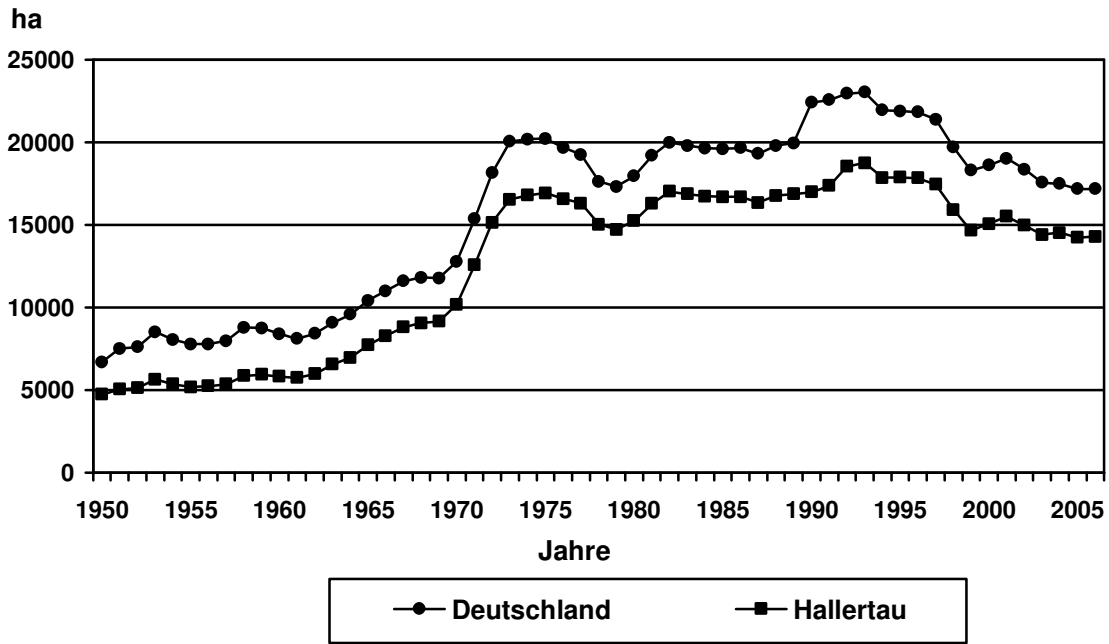


Abb. 3.1: Hopfenanbauflächen in Deutschland und der Hallertau

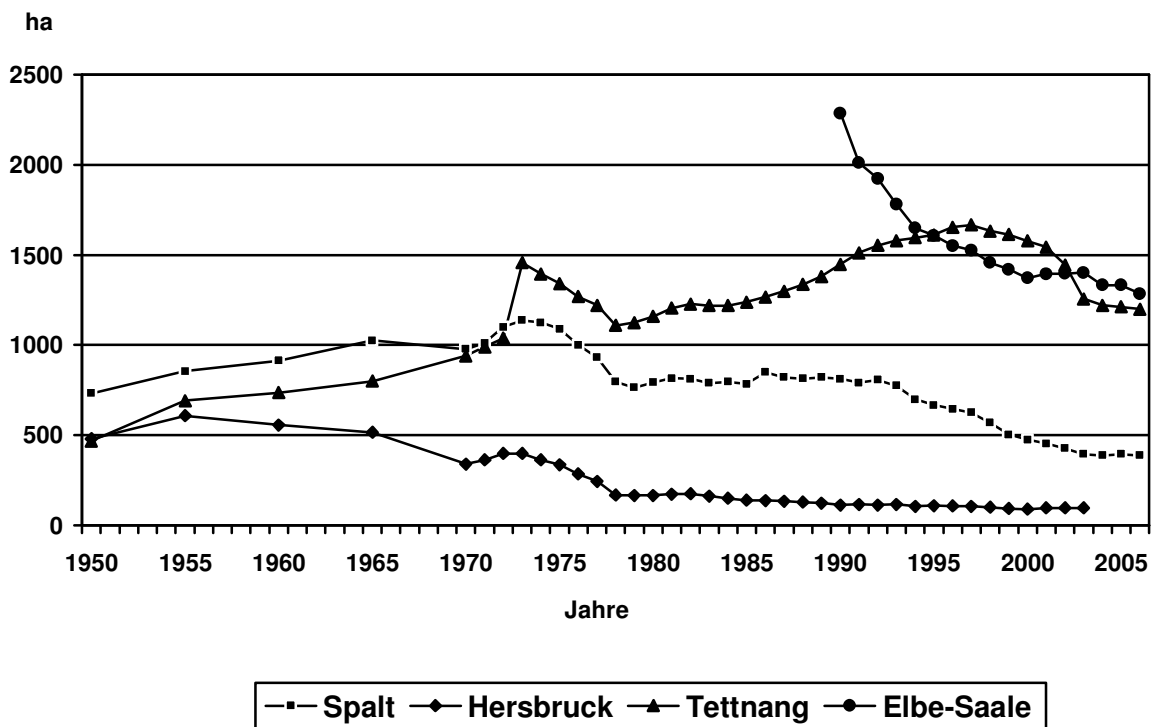


Abb. 3.2: Hopfenanbauflächen in den Gebieten Spalt, Hersbruck, Tettang u. Elbe-Saale

Das Anbaugesamt Hersbruck gehört seit 2004 zur Hallertau.

3.1.2 Hopfensorten

Bei den Hopfensorten ergab sich im Jahre 2006 eine erneute Verschiebung zugunsten der Aromasorten. Der Anteil der Aromasorten im Jahre 2006 beträgt nun 59,9 % gegenüber 59,1 % im Jahre 2005. Die Bitterstoffsorten haben einen Anteil von 40,1 % der Anbaufläche gegenüber 40,9 % im Jahre 2005.

Der Flächenzuwachs bei den Aromasorten geht v.a. auf die Ausweitung von Perle (+ 158 ha), Hall. Tradition (+ 135 ha) und Hallertauer Mfr. (+ 17 ha) zurück. Die Anbaufläche von Spalter Select blieb mit + 6 ha weitgehend unverändert. Von den neuen Aromasorten Saphir, Opal und Smaragd wurden nur wenige ha neu dazu gelegt. Allein die Aromasorte Hersbrucker Spät verzeichnete mit 180 ha einen Rückgang der Anbaufläche.

Bei den Bitterstoffsorten wurden die Flächen aller Sorten (mit Ausnahme der neuen Sorte Herkules + 188 ha) reduziert.

Eine genaue Aufteilung der Sorten nach Anbaugebieten ist aus Tabelle 3.3 zu ersehen.

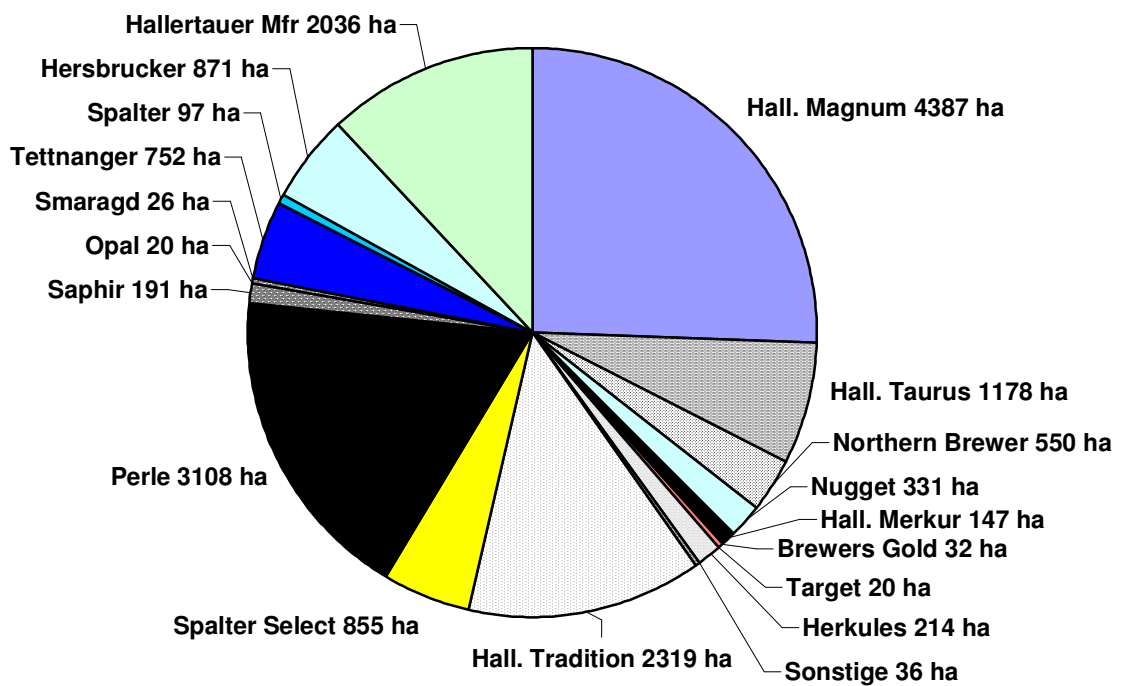


Abb. 3.3: Flächenanteile der Hopfensorten in Deutschland 2006

Tabelle 3.3: Aromasorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2006

Anbaugebiet	Anbaufläche gesamt	HA	SP	TE	HE	PE	SE	HT	SR	OL	SD	Aromasorten	
												ha	%
Hallertau	14.280	1.516	8	1	865	2.931	740	2.235	191	20	26	8.534	59,8
Spalt	388	114	89		6	25	114	26				374	96,4
Tett nang	1.200	404		751		21	0	19				1.195	99,6
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	19	1				7	2	4				14	73,4
Elbe-Saale	1.284					128		38				166	12,9
Deutschland	17.170	2.036	97	752	871	3.112	855	2.322	191	20	26	10.282	59,9
Sortenanteil in %		11,9	0,6	4,4	5,1	18,2	5,0	13,6	1,1	0,1	0,2		

Sortenveränderung in Deutschland

2005 ha	17.179	2.018	99	765	1.050	2.954	849	2.186	188	19	19	10.147	59,1
2006 ha	17.170	2.036	97	752	871	3.112	855	2.322	191	20	26	10.282	59,9
Veränderung in ha	- 9	17	- 2	- 13	- 180	158	6	135	3	2	7	135	

Tabelle 3.4: Bitterstoffsorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2006

Anbaugebiet	NB	BG	NU	TA	HM	TU	MR	HS	Sonst.	Bitterstoffsorten	
										ha	%
Hallertau	395	32	288	16	3.549	1.146	100	201	19	5.745	40,2
Spalt					3		10	1		14	3,6
Tett nang					1	4				5	0,4
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz					3	2				5	26,6
Elbe-Saale	155		43	4	831	26	37	13	8	1118	87,1
Bundesgebiet	550	32	331	20	4.387	1.178	147	214	27	6.887	40,1
Sortenanteil in %	3,2	0,2	1,9	0,1	25,6	6,9	0,9	1,3	0,2		

Sortenveränderung in Deutschland

2005 ha	612	38	380	27	4.526	1.216	165	26	43	7.032	40,9
2006 ha	550	32	331	20	4.387	1.178	147	214	27	6.887	40,1
Veränderung in ha	- 62	- 6	- 49	- 7	- 139	- 39	- 17	188	- 15	- 145	

3.2 Ertragsituation im Jahre 2006

Die Hopfenernte 2006 in Deutschland beträgt schätzungsweise 28 474 000 kg (= 569 480 Ztr.) gegenüber 34 466 770 kg (= 689 335 Ztr.) im Jahre 2005. Die Erntemenge liegt um rund 6 Mio. kg (oder 120 000 Zentner) unter dem Vorjahresergebnis; dies bedeutet eine Reduzierung um 17,4 %.

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

Tabelle 3.5: Hektarerträge und Relativzahlen in Deutschland

	2001	2002	2003	2004	2005	2006 ¹⁾
Ertrag Ztr./ha bzw. kg/ha	1669 kg (33,4 Ztr.)	1758 kg (35,2 Ztr.)	1444 kg (28,9 Ztr.)	1900 kg (38,0 Ztr.)	2006 kg (40,1 Ztr.)	1658 kg (33,2 Ztr.)
Relativ zu 100% (langj. Ø =35 Ztr.)	95,4	100,5	82,5	108,6	114,6	94,7
Anbaufläche in ha	19.020	18.352	17.563	17.476	17.179	17 170
Gesamternte in Ztr. bzw. kg	31.739.100 kg = 634.782 Ztr.	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.	28.474.000 kg = 569.480 Ztr.

¹⁾ vorläufig

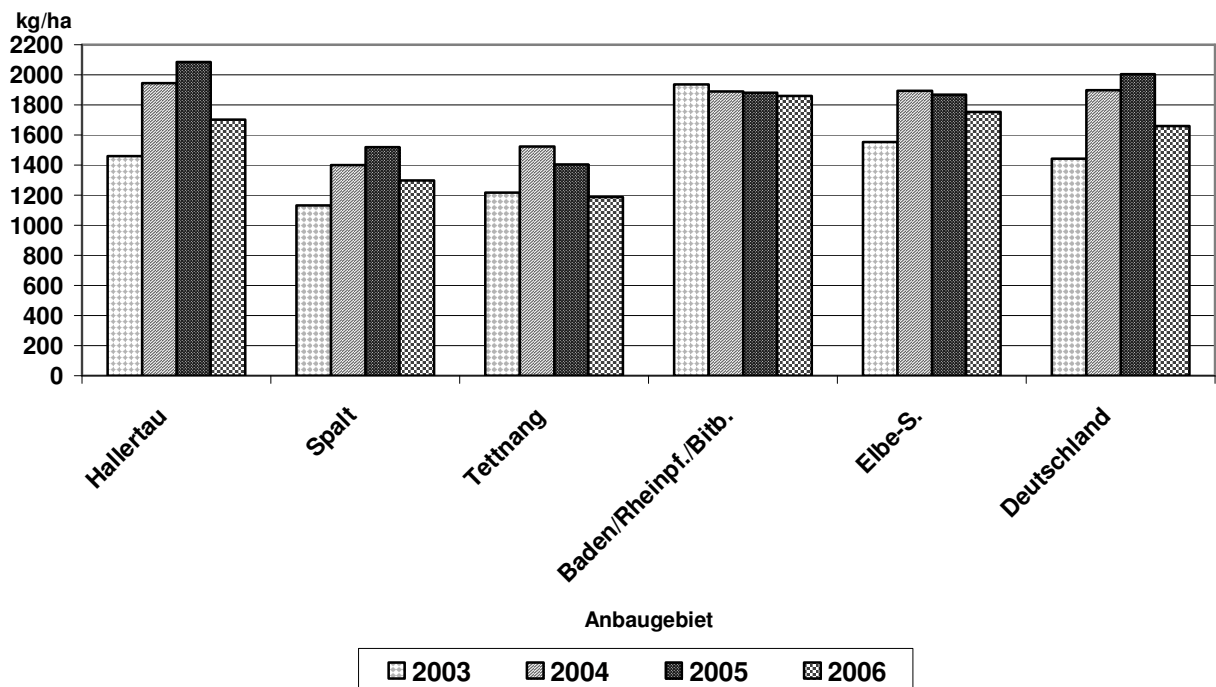


Abb. 3.4: Durchschnittserträge der einzelnen Anbaugesamte in kg/ha

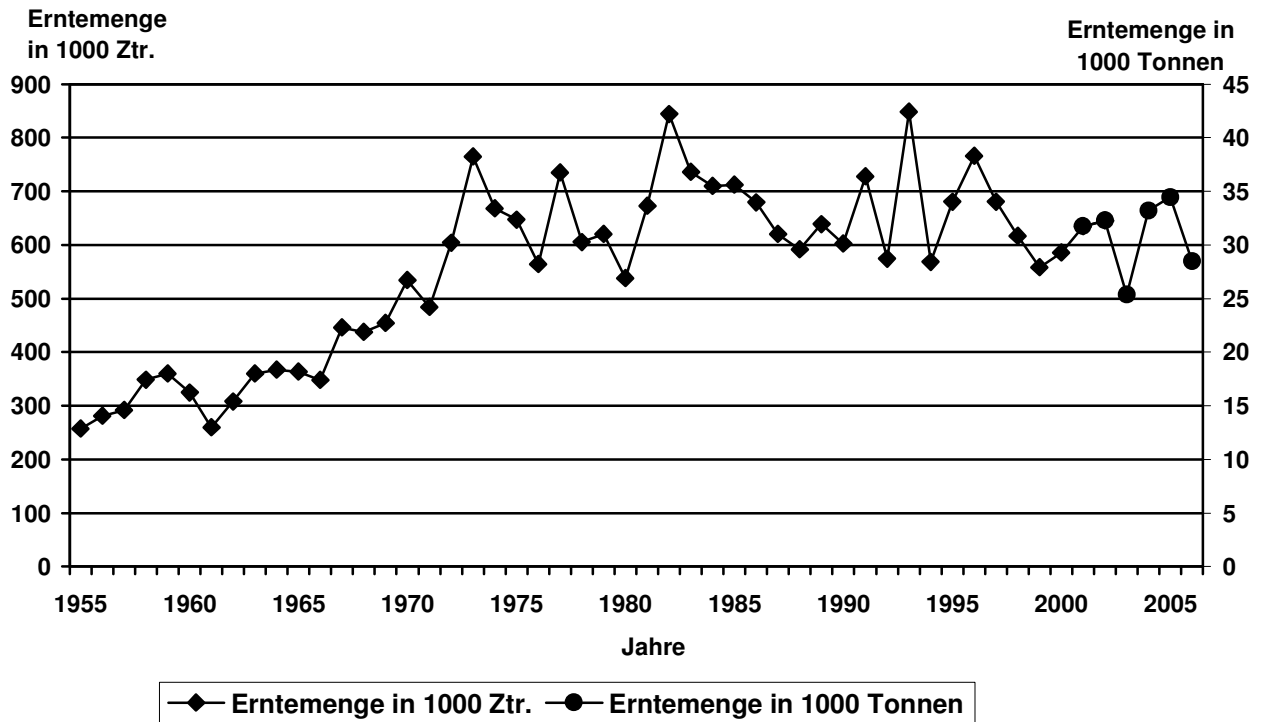


Abb. 3.5: Erntemenge in Deutschland

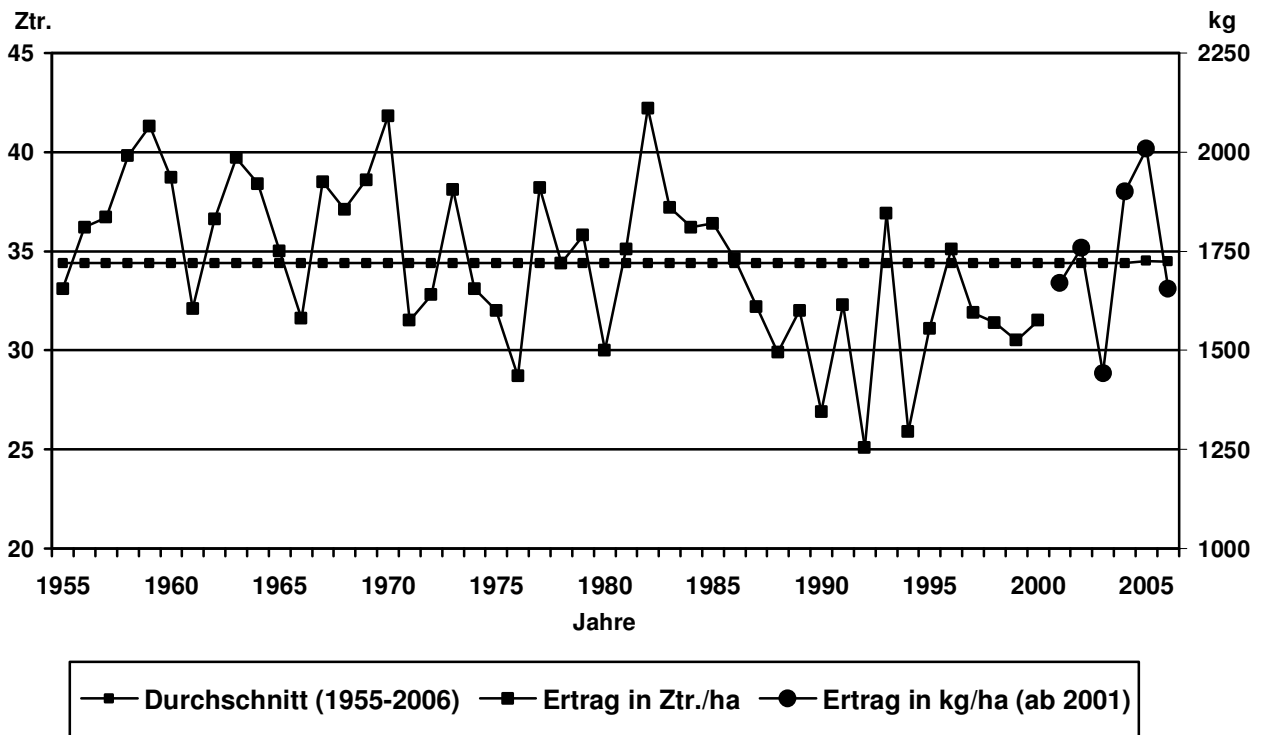


Abb. 3.6: Durchschnittsertrag (Ztr. bzw. kg/ha) in Deutschland

Tabelle 3.6: Hektarerträge in den deutschen Anbaugebieten

Anbaugebiet	Erträge in Ztr./ha Gesamtfläche (ab 2001 in kg/ha)								
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 ¹⁾
Hallertau	32,5	31,2	33,6	1724	1825	1462	1946	2084	1701
Spalt	22,1	28,2	20,9	1298	1464	1131	1400	1518	1298
Hersbruck	28,8	23,5	26,8	1233	1306	983	- *	- *	-*
Tettmang	26,8	28,3	16,4	1212	1360	1216	1525	1405	1187
Bad./Rheinpfl. Bitburg	30,1	31,4	31,6	1445	1763	1936	1889	1881	1862
Elbe-Saale	27,5	27,3	30,0	1594	1576	1555	1895	1867	1754
Ø Ertrag je ha Deutschland	31,4	30,6	31,5	1669 kg	1758 kg	1444 kg	1900 kg	2006 kg	1658
Gesamternte Deutschland (t bzw. Ztr.)	618 390	559 096	585 964	31 739 t 634 782	32 271 t 645 419	25 356 t 507 124	33 208 t 664 160	34 467 t 689 335	28 474 t 569 480
Anbaufläche Deutschland	19 683	18 299	18 598	19 020	18 352	17 563	17 476	17 179	17 170

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

1) vorläufig

Tabelle 3.7: Alpha-Säurenwerte der einzelnen Hopfensorten

Anbaugebiet/Sorte	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	5- jähr. Ø	10- jähr. Ø
Hallertau Hallertauer	5,4	4,7	4,1	4,9	4,6	4,6	3,1	4,3	4,4	2,4	3,8	4,3
Hallertau Hersbrucker	4,7	3,7	2,1	4,9	3,0	3,2	2,1	3,0	3,5	2,2	2,8	3,2
Hallertau Hall. Saphir								3,4	4,1	3,2		
Hallertau Perle	9,3	6,7	7,0	8,1	7,0	8,6	3,9	6,4	7,8	6,2	6,6	7,1
Hallertau Spalter Select	6,8	5,5	4,5	6,4	4,8	6,0	3,2	4,9	5,2	4,3	4,7	5,2
Hallertau Hall. Tradition	7,0	5,6	6,0	7,1	6,3	7,2	4,1	6,3	6,3	4,8	5,7	6,1
Hallertau North. Brewer	10,8	9,1	9,0	10,1	9,6	10,1	6,0	9,8	9,8	6,4	8,4	9,1
Hallertau Hall. Magnum	16,9	14,0	13,4	14,4	13,9	14,6	11,7	14,8	13,8	12,8	13,5	14,0
Hallertau Nugget	13,6	11,2	10,0	12,9	11,9	12,4	8,5	10,6	11,3	10,2	10,6	11,3
Hallertau Hall. Taurus	16,6	13,7	15,9	15,6	15,7	16,5	12,3	16,5	16,2	15,1	15,3	15,4
Hallertau Hall. Merkur								13,5	13,3	10,3		
Tettmang Tettmanger	5,4	4,0	3,8	4,9	4,4	4,6	2,6	4,7	4,5	2,2	3,7	4,1
Tettmang Hallertauer	5,5	4,3	4,2	4,8	4,5	4,8	3,1	5,0	4,8	2,6	4,1	4,4
Spalt Spalter	5,6	4,4	3,8	4,0	4,4	4,6	3,1	4,4	4,3	2,8	3,8	4,1
Elbe-Saale Hall. Magnum	15,4	12,4	12,2	14,0	13,9	13,9	10,2	14,0	14,4	12,4	13,0	13,3

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, ist oberste Aufgabe. Eine sehr umfassende Sammlung von deutschen und ausländischen Hopfensorten, Zuchtstämmen und Wildhopfen aus aller Welt, die am Hopfenforschungszentrum bewertet, erhalten und gepflegt wird, stellt die Basis für die Züchtungsarbeiten dar. Seit einigen Jahren werden auch biotechnologische und genomanalytische Methoden unterstützend eingesetzt.

4.1.1 Kreuzungen 2006

2006 wurden insgesamt 84 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 2006

Zuchtrichtung kombiniert mit Resistenz / Toleranz gegen versch. Hopfenkrankheiten	Weitere Anforderungen	Anzahl der Kreuzungen
Aromatyp	keine	-
	neue Mehltaresistenzen aus Wildhopfen	30
	Blattlausresistenz	2
	Niedrigerüsteignung	2
	Eignung zur Entwicklung von molekularen Markern	2
Hoch-Alphasäuren-Typ	keine	25
	neue Mehltaresistenzen aus Wildhopfen	3
	hoher Xanthohumolgehalt	5
	hoher Betasäuregehalt	5
	Niedrigerüsteignung	8
	Eignung zur Entwicklung von molekularen Markern	2

4.1.2 Mehltaresistenzzüchtung

Echter Mehltau (*Podosphaera macularis ssp. humuli*) war in den letzten drei Jahren im Hopfen kein großes Problem, dennoch bleibt die Gefahr, dass unter geeigneten Witterungsbedingungen massiver Mehltaubefall bei anfälligen Sorten zu drastischen Ertrags- und Qualitätseinbußen führt. Daher gehen die Anstrengungen in der Züchtung weiter, die Resistenzlücke bei Echtem Mehltau im Aroma- und Hochalphasortenbereich Schritt für Schritt zu schließen. Im folgenden werden die verschiedenen Ansätze aus den Bereichen klassische Züchtung, Genomanalyse und Biotechnologie dargestellt, die alle die Zielsetzung verfolgen, künftig für die Hopfen- und Brauwirtschaft mehltaresistente Qualitätssorten bereitstellen zu können.

4.1.2.1 Wildhopfen erschließen neue Ressourcen für die Mehltaresistenzzüchtung

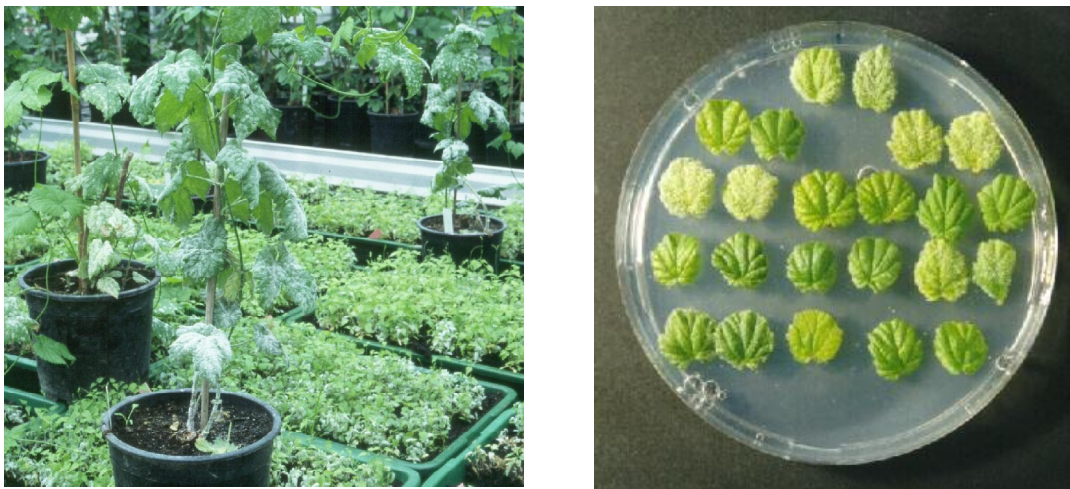


Abb. 4.1: Prüfung auf Mehltaresistenz im Gewächshaus und mit dem Blatt-Test im Labor nach künstlicher Inokulation mit Mehltausporen verschiedenster Rassen

Zielsetzung

Umfangreiche Untersuchungen des Virulenzspektrums von Mehltaupopulationen aus Deutschland, Frankreich, England und den USA (Seigner et al., 2002; gefördert von der Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft) hatten gezeigt, dass alle Resistenzgene, die gegenwärtig in der Hopfenzüchtung weltweit bekannt sind, durch Mehltau-Rassen mit komplementären Virulenzgenen bereits gebrochen sind. Es war deshalb dringend notwendig, nach neuen Resistenzquellen zu suchen, die vor allem bei Wildhopfen vermutet wurden.

Methode

Ausgehend von einem sehr umfangreichen Wildhopfensortiment (150 Herkünfte), das wegen seinem breiten geographischen Ursprung (Europa, Nordamerika, Asien, Australien) als wichtige neue genetische Ressource gesehen wird, wurden im Rahmen eines von der Wissenschaftlichen Station für Brauerei in München e.V. geförderten Projektes über 15.000 Wildhopfen im Gewächshaus, Labor und z.T. auch im Feldanbau auf ihre Resistenz gegen Echten Mehltau untersucht.

Ergebnisse

Mehltauprüfungen im Gewächshaus

2001 wurde im Gewächshaus mit dem Resistenzscreening mit Wildhopfenmaterial begonnen. Seither wurden über 15.000 Wildhopfen getestet. Hoch anfällige, stark mit Mehltau befallene Hopfen, sog. Infektorpflanzen, wurden als Infektionsquelle zwischen die Schalen mit den jungen Hopfensämlingen gestellt (Abb. 4.1). Ab 2003 wurden die Infektionsbedingungen bei diesem Gewächshaus-Screening optimiert. So wurden für die Inokulation der Infektorpflanzen im Februar eines jeden Jahres von unserem Kooperationspartner EpiLogic Mehltastämme zur Verfügung gestellt, die das in der Hallertau vorherrschende Virulenzspektrum widerspiegeln (*v3*-, *v4*-, *v6*-, *vB*-Virulenztyp). Aufgrund der zur Resistenzprüfung eingesetzten Mehltapathotypen wurden alle Wildhopfen mit komplementären Resistenzgenen (*R3*, *R4*, *R6* und *RB*) oder ohne R-Gen vom Mehltaupilz befallen. Während Wildhopfen mit andersartigen Resistenzen ohne Mehltaupusteln blieben.

Zwei bis drei Wochen nachdem die Sämlinge dem hohen Infektionsdruck ausgesetzt worden waren, wurde das erste Mal selektiert. Sämlinge ohne Mehlauflecken oder mit nur leichten Aufhellungen auf den Blättern wurden als resistent eingestuft und nur diese wurden als Topfpflanzen bis zum Abschluss der Mehltau-Screeningsaison Ende Mai unter dem hohem Mehltauinfektionsdruck im Gewächshaus weiter beobachtet und alle 4 Wochen auf Mehltaupusteln hin untersucht. Bis Ende der Vegetationsperiode 2006 wurden 75 Wildhopfen im Gewächshaus als resistent beurteilt, nachdem auf ihren Blättern keinerlei Befall oder lediglich leichte Aufhellungen, die als Abwehrreaktionen gegenüber dem Pilz einzustufen sind, festgestellt worden waren.

Der hohe Infektionsdruck, der mit den im Labor angezogenen Mehltastämmen im Gewächshaus erreicht wurde, und die Wiederholung der Resistenztests über 2-3 Jahre gewährleisten, dass die hierbei gesammelten Daten zur Pilzresistenz als sehr zuverlässig einzustufen sind.

Mehltauprüfungen im Labor

Im Gewächshaus als resistent eingestufte Wildhopfen wurden in jedem Jahr im Labor von EpiLogic weiter auf Mehltaresistenz hin untersucht. Dabei wurde die Reaktion gegenüber Mehltarassen geprüft, die in der Hallertau noch nicht aufgetreten sind, jedoch in England und den USA schon weit verbreitet sind. Abgeschnittene, junge Blätter von Wildhopfen wurden jeweils mit zwei verschiedenen Mehltau-Isolaten aus England, die durch die *v1*, *v2*, *v3*, *v5*, *vB*-Virulenzen charakterisiert waren, beimpft (Abb. 4.1). Um zu zuverlässigen Resistenzaussagen zu kommen, wurden die Tests im Labor stets 2-3 mal wiederholt und im folgenden Jahr bei den bislang als resistent beurteilten Wildhopfen nochmals der Blatt-Test durchgeführt. Letztlich zeigten nur 54 der in der Gewächshausprüfung mehltaufreien Wildhopfen auch im Labor beim Blattinfektionstest keinen Pilzbefall.

Mehltauprüfungen im Feldanbau

Wildhopfen, die sich im Gewächshaus und Labor als resistent erwiesen hatten, wurden unter natürlichen Infektionsbedingungen über mehrere Vegetationsperioden getestet. Da 2003-2006 nur sehr geringer Infektionsdruck herrschte und lediglich 2002 mittlerer bis hoher Infektionsdruck im „Mehltaugarten“ war, beruht die Resistenzeinschätzung im Feld im Wesentlichen nur auf den Daten der Blatt- und Doldenbonituren im Jahr 2002. Daher liegen nur für 21 Wildhopfen aussagekräftige Feldbonituren vor, wobei stets die Gewächs- und Laborergebnisse bestätigt wurden.

Resistenzprüfungen im Gewächshaus und Labor können sicherlich nicht die Resistenzeinschätzung im Feldanbau ersetzen. Dennoch wird offensichtlich, dass optimierte Prüfsysteme mit

entsprechender Wiederholung der Untersuchungen, besonders in Jahren mit geringem natürlichen Mehltauinfektionsdruck, zuverlässige Resistenzaussagen liefern können.

Neue Resistenzquellen und ihre Nutzung

Tab. 4.2 fasst die Ergebnisse aus allen Untersuchungen zur Mehltaresistenz von 2001-2006 zusammen. Ausgehend von etwa 15.000 Wildhopfen wurden am Ende der Vegetationszeit 2006 54 Wildhopfen aus den verschiedensten Ursprungsländern als resistent eingestuft. Bei allen Gewächshaus- und Labortests mit den verschiedenen Mehltaurassen (*vI-6*, *vB*) zeigten diese Hopfen keine Mehltapusteln. Das heißt, dass diese 54 Wildhopfen neuartige, bisher noch nicht bekannte Resistenzen tragen, die in unseren Untersuchungen von keiner Mehltaurasse befallen werden konnten.

Tab. 4.2: Resistente Wildhopfen nach mehrjährigen Gewächshaus- und Laborprüfungen; Ausgangsmaterial waren befruchtete Dolden von Wildhopfen. Bei 21 Wildhopfen konnte auch über den Feldanbau deren Widerstandsfähigkeit gegenüber Echtem Mehltau bestätigt werden.

Wildhopfen Ursprung	Anzahl	Geschlecht
Deutschland	Harburg	1 männlich
	Brunning	1 weiblich
	Staudach	2 weiblich
	Schweinfurt	3 weiblich
	Kleinmachnow	1 männlich
	Pirna	1 männlich
		1 weiblich
	Halbinsel Zingst	2 männlich
	Berlin	3 weiblich
	Eifel	4 weiblich 6 männlich
Türkei	Bursa	4 weiblich
		3 männlich
China /Japan	Nachkommen von 4 weiblichen	15 weiblich
	Wildhopfen durch offene Bestäubung in einem japan. Zuchtgarten	5 männlich
Schweden	Julita	1 weiblich
Neuseeland	unbekannt	1 weiblich
Deutschland*	Neumarkt	16 ?
USA*	Missouri	19 ?
	Nebraska	2

* vielversprechende resistente Wildhopfen im Gewächshaus und Labor nach 1-jähriger Prüfung

Da bisher Hopfen aus Japan, China und der Türkei kaum in europäischen und US Züchtungsprogrammen genutzt worden waren, war es nicht erstaunlich, dass gerade bei Wildhopfen aus diesen Regionen neue Resistenzen gefunden wurden. Demgegenüber konnte bis zum Jahr 2005 aus über 1.000 nordamerikanischen, 1.000 italienischen und 500 österreichischen Wildhopfen keine einzige mehltaresistente Pflanze identifiziert werden.

2006 kamen erstmals Wildhopfen aus dem Mittleren Westen der USA zur Testung und basierend auf den Resistenzdaten im Gewächshaus und Labor werden diese Pflanzen als vielversprechende Träger neuer Mehltaresistenzen gesehen.

Erstaunlich ist sicherlich, dass so viele resistente Wildhopfen aus den verschiedenen Regionen Deutschlands kommen. Dies zeigt, dass das heimische Potential an resistenten Hopfen bislang bei weitem noch nicht in der Hüller Züchtung ausgeschöpft worden ist.

Einige der 54 resistenten Wildhopfen wurden schon ins Hüller Zuchtmaterial eingekreuzt, um die genetische Basis für Mehltaresistenz zu verbreitern und um diese neuen Resistenzmechanismen in künftigen Hüller Sorten nutzen zu können. Besonders interessant sind diejenigen resistenten Wildhopfen, die auch Eigenschaften ins Hüller Zuchtmaterial einbringen, die bisher nicht oder kaum zu finden waren wie z. B. die Wildhopfen aus der Türkei mit ihrer Trockenheitsresistenz. Des Weiteren bieten vor allem Wildhopfen, die im amerikanischen Mittelwesten oder in China und Japan heimisch sind und bisher züchterisch kaum genutzten Humulus-Arten (*Humulus lupulus* var. *neomexicanus*, *H.l.* var. *pubescens* und *H.l.* var. *cordifolius*) angehören, mit ihren Adaptationsleistungen auf völlig andere Klimabedingungen und Pathogene, ein enormes Züchtungspotential. Damit erschließen diese Wildhopfen eine Fülle von neuen Eigenschaften, die zusammen mit unserem Hüller Zuchtmaterial und Zuchtsorten vielversprechende Neukombinationen ermöglichen, mit denen die vielfältigen Ansprüche der Hopfen- und Brauwirtschaft an Qualitäts- und Resistenzeigenschaften erfüllt werden können.

Die Arbeiten zum Wildhopfen-Screening werden im Gewächshaus und im Labor fortgesetzt. Wildhopfen, die auch nach längerer Selektionsphase ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Echtem Mehltau bestätigen, werden als Kreuzungspartner im Züchtungsprogramm eingesetzt.

Um nachfolgend die Auslese von mehltaresistenten Individuen aus der Nachkommenschaft dieser Wildhopfen zu erleichtern, werden für einige Resistenzgene molekulare Marker entwickelt. Gegenwärtig werden diese Arbeiten (siehe 4.2.1) vom European Hop Research Council (EHRC) gefördert .

4.1.2.2 Prüfsysteme für Mehltaresistenz

Die beim Screening von Wildhopfen eingesetzten 12 Einzelsporen-Isolate von *Podosphaera macularis* ssp. *humuli* erlauben es, auf alle bislang in der Hopfenzüchtung genutzten und bekannten Resistenzgene zu testen. Seit 1999 werden diese Mehltausolate, die aus Deutschland, England, Frankreich und den USA stammen, mit großem Know-How und unter den entsprechenden Sicherheitsbedingungen bei EpiLogic, unserem Kooperationspartner, erhalten. Unser Rassensortiment wird durch neue Isolate ständig ergänzt.

Jedes Jahr im Februar vor Beginn des Resistenzscreenings im Gewächshaus und im Labor werden die Virulenzen aller bisherigen und neu dazugekommenen Mehltau-Isolate bestimmt bzw. nachgeprüft. Dabei wird die Virulenz der verschiedenen Mehltausolate unter Einsatz eines Hopfendifferenzialsortiments, das alle bekannten Resistenzgene (*RI-R6* und *RB*) umfasst, überprüft. Damit wird sichergestellt, dass die Isolate in ihrer Virulenz eindeutig charakterisiert sind und sich durch Mutation nicht verändert haben.

Die Resistenzprüfsysteme im Gewächshaus und das Blatt-Resistenz-Testsystem im Labor zusammen mit den verschiedenen Mehltausolaten werden seit 2000 bei vielen Fragestellungen rund um den Echten Mehltau eingesetzt:

- bei der Beurteilung der Resistenzeigenschaften von Wildhopfen, Zuchtstämmen und Fremdsorten

- zur zuverlässigen Resistenzeinschätzung von Kartierpopulationen bei der Entwicklung molekularer Mehltaresistenzmarker
- bei der Beurteilung der Virulenzsituation der Mehltaupopulationen in den Hopfenbaugebieten
- bei der Bewertung der Wirksamkeit bekannter Resistenzen in bestimmten Hopfenbaugebieten
- zur sicheren Testung von transgenen Hopfen
- zur Bestimmung der Empfindlichkeit verschiedener Entwicklungsstadien des Hopfens gegenüber Echtem Mehltau (Seigner et al., 2003)

Sie sind zu entscheidenden „Säulen“ für eine erfolgreiche Resistenzzüchtung am Hopfenforschungszentrum Hüll geworden.

Tab. 4.3: *Überblick zu den verschiedenen Einsatzgebieten der Mehltau-Prüfsysteme im Gewächshaus und im Labor. Die Zahl der von Februar 2003 bis Juni 2006 durchgeführten Tests unterstreicht die enorme Bedeutung unserer Resistenz-Testsysteme für die Züchtung.*

2003-2006	Gewächshaus		Blatt-Test im Labor	
	Pflanzen	Boniturdaten	Pflanzen	Boniturdaten
Wildhopfen	827	3.610	645	2.500
Zuchtstämme	782	3.350	782	2.575
Sorten	35	115	37	125
Mehltau- virulenzsituation			42	2.150
Kartierpopulatio- nen			2.270	10.120
Genexpressions- analysen			45	
Transgene Hopfen (seit 2004)			26	260
Gesamt	1.644	7.075	3.847	17.730

Publikationen:

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

Seigner, E., Seefelder, S., Haugg, B., Engelhard, B., Hasyn S. (2003): Infektionspotential des Echten Mehltaus (*Sphaerotheca humuli*) in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium des Hopfens (*Humulus lupulus*). Gesunde Pflanzen **55**(2): 29-33.

4.2 Genomanalyse und Biotechnologie bei Hopfen

4.2.1 Identifizierung von Mehlttauresistenzmarkern bei Wildhopfen

Zielsetzung

Ziel des vom EHRC (European Hop Research Council) geförderten Forschungsvorhabens "Development of molecular markers linked to powdery mildew resistance genes in hops to support breeding for resistance" ist die Erarbeitung molekularer Selektionsmarker für Mehlttauresistenz aus Wildhopfen. Hauptobjekt dieser Arbeiten ist ein Wildhopfen aus der Eifel (WH18), der sich gegenüber dem gesamten Spektrum aller bislang bekannten virulenten Mehlttaurassen als resistent erwiesen hat. Neben dem bisher in den deutschen Hopfenanbaugebieten noch wirksamen Mehlttauresistenzgen *R2* der englischen Sorte 'Wye Target' stellt die Einkreuzung dieses *WH18*-Gens in das Hüller Zuchtmaterial einen wichtigen Schritt zur längerfristigeren präventiven Bekämpfung des Echten Mehlttaus im Hopfenbau dar. Durch die Erarbeitung gendiagnostischer Marker für dieses Resistenzgen kann die Mehlttauresistenzzüchtung künftig zuverlässiger und schneller durchgeführt werden. Zusätzlich wird in diesem Projekt die Resistenz eines japanischen Wildhopfens (Jap-C845) untersucht.

Ergebnisse

Für dieses Projekt wurden verschiedene Mehlttauresistenzkreuzungen durchgeführt. Bei der Resistenzprüfung der Nachkommen der einzelnen Kreuzungen nach künstlicher Mehlttauinfektion konnte über Spaltungsanalysen sowohl für die Resistenz von WH18 wie auch für Jap-C845 das Wirken eines dominanten Hauptgens bestätigt werden. Nach einem DNA-Poolscreening (resistent : anfällig) mit 45 AFLP-Primerkombinationen (*EcoRI/MseI*) konnte für die japanische Wildhopfenresistenz ein Resistenzmarker (N_423) identifiziert werden. Für das *WH18*-Mehlttauresistenzgen aus dem Wildhopfen aus der Eifel konnten zwei AFLP-Marker (GP_290 und EP_292) unter Verwendung eines neuen Enzym-Systems (*PstI/MseI*) entwickelt werden. Dabei wurden hoch reproduzierbare Fragmente erzeugt, die vor allem bei einer anschließenden Erstellung genetischer Karten von Bedeutung sind. In Kombination mit den Ergebnissen aus den Mehlttauresistenztests war es mit den genannten Markern möglich, aus einer Kreuzung mit zwei resistenten Eltern, die jeweils die WH18- oder die Jap-Resistenz tragen, Aussagen über die genaue Resistenzgenkonstellation der Nachkommenschaft zu treffen. Neben einzelnen anfälligen Genotypen konnten Sämlinge identifiziert werden, die entweder die WH18- oder die Jap-Resistenz besitzen. Zudem konnten die züchterisch wichtigen Pflanzen, die beide Mehlttauresistenzgene aufwiesen, bestimmt werden. Die genaue Kartierung der Resistenzgene *WH18* und *Jap-C845* soll demnächst durchgeführt werden.

Zur molekularen Untersuchung der WH18-Resistenz wurde vor kurzem auch mit einer cDNA-AFLP-Analyse begonnen. Mit dieser Methode besteht die Möglichkeit, direkt DNA-Regionen zu identifizieren, die nach Pathogenbefall zur Abwehr aktiviert werden. Bei den resultierenden Banden handelt es sich ausschließlich um informative, codierende Genombereiche. Ausgang für dieses cDNA-AFLP-Screening ist eine "differential display"-Expressionsanalyse. Hierzu wurde von resistenten bzw. anfälligen Nachkommen aus einer Kreuzung mit dem WH18-Wildhopfen als resistenten Elter (ohne und nach Kontakt mit Mehlttau) zu verschiedenen Zeitpunkten nach Inokulation RNA aus den Blättern isoliert. Von dieser RNA wurde eine copy-DNA (cDNA) synthetisiert und nachfolgend mit der AFLP-Technik analysiert.

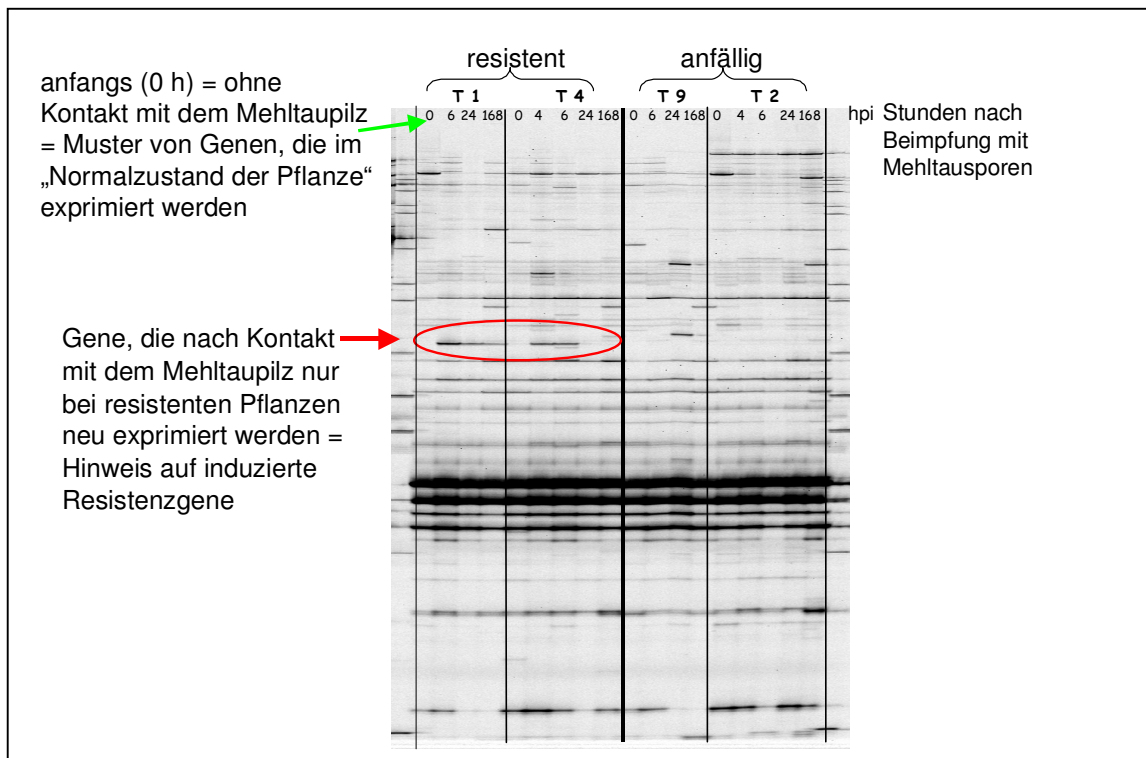


Abb. 4.2: *cDNA-AFLP-Muster von zwei resistenten bzw. mehltauanfälligen Nachkommen aus einer Kreuzung mit dem Wildhopfen WH18 als widerstandsfähigen Elter. 4 Stunden nach dem ersten Kontakt mit dem Mehltaupilz werden bei den resistenten Pflanzen einige Gene neu exprimiert, die möglicherweise bei der Erkennung und /oder der Abwehr des Pathogens eine Rolle spielen.*

Ausgehend von den *cDNA-AFLP*-Mustern (Abb. 4.2) wird nach Unterschieden zwischen Pflanzen mit und ohne Abwehrreaktion gesucht, da angenommen wird, dass resistente Pflanzen zur Abwehr spezielle Gene aktivieren. Gesucht wird nach neu exprimierten DNA-Sequenzen, die Homologien zu bekannten Resistenzgenen bei anderen Kulturarten erkennen lassen, um so bestimmte *cDNA-AFLPs* zu identifizieren, die eine Rolle bei der Pathogenerkennung und -abwehr spielen. Dies geschieht in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von IPZ 1b, deren Erfahrung im Bereich der Expressionsanalyse bei Braugerste sehr hilfreich ist

4.2.2 Erarbeitung einer effektiven Methode zur Erzeugung pilzresistenter Hopfen über Gentransfer

Zielsetzung

Ziel des weitergeführten Forschungsvorhabens ist die Übertragung von Resistenz-Genen in bedeutende Hüller 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 indirekten Gentransfer konnten mehrere Resistenzgen-Konstrukte in den Hopfen übertragen werden. Des Weiteren wurden Versuche zur Optimierung der *in vitro*-Kultur durchgeführt.

Ergebnisse

Auf dem Weg neue Genkonstrukte für den Gentransfer herzustellen, wurden PCR-Protokolle für vier bakterielle Chitinase-Gene weiter optimiert. Dabei kamen diverse proofreading-Polymerasen zum Einsatz. Vor Klonierungsbeginn wurden sämtliche Sequenzen mittels Auftragssequenzierungen mehrfach überprüft.

Mittlerweile konnten zwei der bakteriellen Chitinasen durchkloniert und in zwei Hopfensorten mittels Agrobakterien übertragen werden. Daraufhin wurde eine verbesserte Regenerationsfähigkeit insbesondere bei der Sorte „Hallertauer Mittelfrüher“ festgestellt. Sobald ausreichend Pflanzenmaterial zur Verfügung steht, werden Nachweise auf DNA- und RNA-Ebene geführt, um den stabilen Einbau und die Expression des Chitinasegens zu bestätigen. Durch Infektionstests im Labor soll nachfolgend die Wirksamkeit des neu eingebauten Gens überprüft werden. Die beiden anderen bakteriellen Chitinasen befinden sich noch im Klonierungsprozess.

Um die Regeneration von transgenem Hopfen zu verbessern, wurde versucht, endogene Pathogene durch Meristem- bzw. Sprossspitzenkultur sowie durch Infiltrationsversuche mit Bioziden zu bekämpfen. Des Weiteren wurden auch Medien mit verschiedenen Eisenquellen und Mischungen solcher Medien getestet, die zur Optimierung des Regenerationsprotokolls beitragen sollen.

5 Hopfenbau, Produktionstechnik

Johann Portner, Dipl. Ing. agr.

5.1 Nmin-Untersuchung 2006

Die Stickstoffdüngung nach DSN (Nmin) ist in der Praxis eingeführt und zu einem festen Bestandteil der Düngplanung geworden. Im Jahr 2006 wurden in Bayern 3619 Hopfengärten auf den Nmin-Gehalt untersucht und eine Düngempfehlung erstellt.

In Tabelle 5.1 ist die Entwicklung der Zahl der Proben zur Nmin-Untersuchung zusammengestellt. Die extrem hohen Niederschläge im März (113,5 mm) und im April (105,4 mm, Wetterstation Hüll) erschwerten die technische Bodenprobenahme auf 90 cm Tiefe, so dass geplante Proben z.T. nicht mehr gezogen wurden. Im Vergleich zum Vorjahr lag der durchschnittliche Nmin-Gehalt um 16 kg niedriger, aber immer noch um 11-32 kg über den Werten 1999 bis 2003. Die Nährstoffabfuhr der guten Ernten 2004 und 2005 senken die Nmin-Werte wieder ab, die nach dem Trockenjahr 2003 überraschend stark anstiegen.

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

Tabelle 5.1: Zahl der Nmin-Untersuchungen und durchschnittliche Nmin-Gehalte sowie Düngempfehlung in Hopfengärten der bayerischen Anbaugebiete

Jahr	Anzahl der Proben	Nmin kg N/ha	Düngempfehlung 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

In der Tabelle 5.2 ist für die bayerischen Anbaugebiete auf der Basis der Landkreise die Zahl der untersuchten Hopfengärten, der durchschnittliche Nmin-Wert, sowie die daraus errechnete

durchschnittliche Stickstoffdüngempfehlung zusammengestellt. Festzustellen ist, dass der Landkreis Eichstätt und das Anbauggebiet Spalt die höchsten Nmin-Werte aufwiesen. Entsprechend umgekehrt verhalten sich die Stickstoffdüngempfehlungen.

Tabelle 5.2: Zahl, durchschnittliche Nmin-Gehalte und Düngempfehlungen aus den Hopfengärten der Landkreise und Anbaugebiete in Bayern 2006

Landkreis bzw. Anbauggebiet	Probenzahl	Nmin kg N/ha	Düngempfehlung kg N/ha
Eichstätt	225	107	131
Kelheim	1380	85	153
Pfaffenhofen	1227	81	154
Hersbruck	35	80	138
Landshut	232	77	151
Freising	400	76	155
Hallertau	3499	84	152
Spalt	120	100	130
Bayern	3619	84	151

In Tabelle 5.3. sind die Werte nach Sorten aufgelistet.

Tabelle 5.3: Zahl, durchschnittliche Nmin-Gehalte und Düngempfehlung bei verschiedenen Hopfensorten in Bayern 2006

Sorte	Probenzahl	Nmin kg N/ha	Düngempfehlung kg N/ha
Herkules	13	65	170
Nugget	69	66	168
Brewers Gold	9	61	168
Hall. Magnum	790	76	160
Hall. Taurus	347	82	156
Hall. Merkur	19	78	152
Hall. Tradition	586	89	149
Spalter Select	221	90	148
Perle	664	90	147
Northern Brewer	92	91	146
Hallertauer Mfr.	509	79	145
Hersbrucker Spät	191	92	145
Saphir	47	90	143
Target	7	117	123
Spalter	34	134	103
Sonstige	21	68	170
Bayern	3619	84	151

5.2 Aufleitversuch mit zwei bzw. drei Reben bei der Hopfensorte Saphir

Die optimale Anzahl der angeleiteten Reben je Aufleitung ist sortenabhängig sehr unterschiedlich und individuell zu ermitteln. Mit steigender Anzahl der Reben pro Aufleitung erhöht sich der Arbeitszeitbedarf beim Anleiten und Nachleiten und eventuell der Krankheitsdruck durch die dichtere Belaubung. Im vorliegenden Versuch wurde dreijährig bei der Aromasorte Saphir

der Einfluss der Rebzahl auf den Ertrag, den Alphasäuregehalt in % und den Alphasäuren-ertrag in kg/ha untersucht.

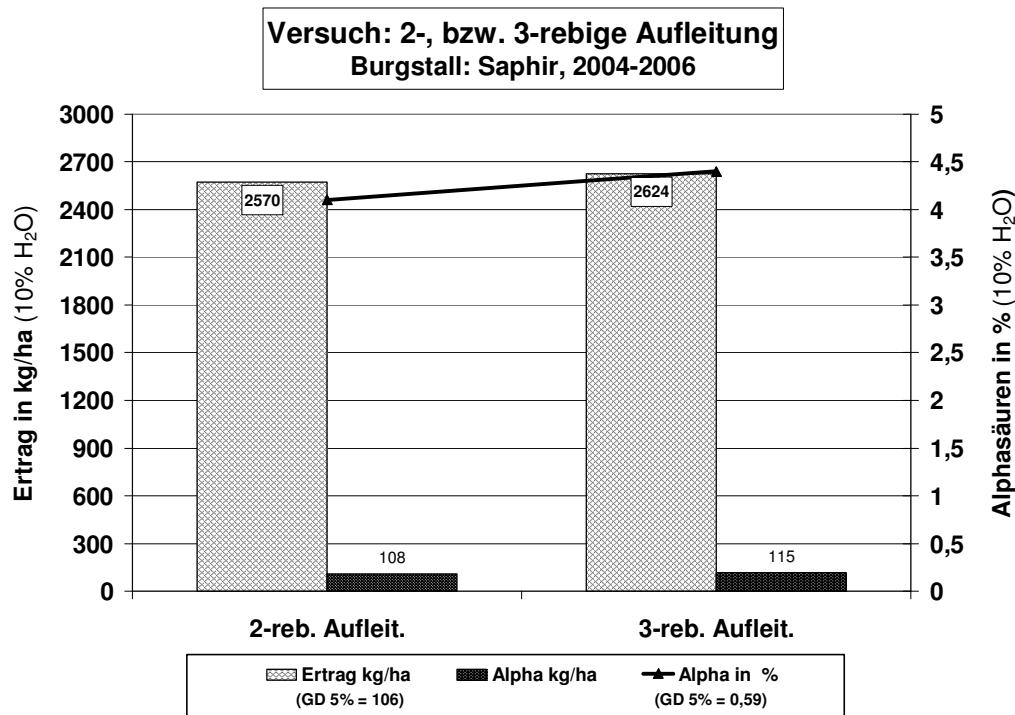


Abb. 5.1: Erträge in kg/ha Trockenhopfen, Alphasäuren in % und in kg/ha bei 2- bzw. 3-rebiger Aufleitung; Sorte Saphir 2004-2006

Methoden:

Die Versuchsfläche wurde praxisüblich bewirtschaftet, einschließlich des Anleitens von 3 Trieben je Aufleitdraht. Der Projektbearbeiter korrigierte anschließend die entsprechende Triebzahl in den für 3 Jahre fest eingerichteten Parzellen. Die Versuchspartellen waren 3 Reihen breit und 12 Stöcke lang (9,0 x 18,72 m). Versuchstechnisch wurde zum jeweils optimalen Erntezeitpunkt nur die mittlere Reihe, mit 24 Aufleitungen beerntet. Randeinflüssen wie unterschiedlicher Lichteinfall, Nährstoffentzug, Krankheitsbefall usw., wurde so Rechnung getragen.

Ergebnis:

Die dreijährige Verrechnung zeigt sowohl beim Ertrag in kg/ha, wie auch bei den Alphasäuren in % und in kg/ha eine tendenzielle, aber nicht signifikante Steigerung bei der 3-rebigen Aufleitung. Die Doldenbonituren auf Schaderreger ergaben nur 2005 einen etwas höheren Befall mit Peronospora und Botrytis bei den 3-rebigen Aufleitungen. Die Ursache liegt wohl im üppigeren Habitus, in Kombination mit hohen Niederschlägen in der Ausreifungsphase. Die Ertrags- und Alphasäurenbeurteilung der Einzeljahre ergibt einen Vorteil der 3-rebigen Aufleitung in 2004 und 2005, während 2006 die 2-rebige Aufleitung einen geringfügig höheren Ertrag bei identischem Alphasäuregehalt aufweist.

Aus Gründen der Ertragssicherheit und als Ergebnis des Versuches wird bei der Sorte Saphir die 3-rebige Aufleitung empfohlen.

5.3 Vergleich verschiedener Methoden der pH-Schnellbestimmung auf Genauigkeit und Praktikabilität in der Beratung

Im Hopfenbau treten häufig Wachstumsstörungen auf, die auf eine Über- oder Unterversorgung mit Spurennährstoffen zurückzuführen sind. Um mögliche Ursachen einzugrenzen, ist es oftmals bei der Beratung oder Betreuung der Hopfengärten vor Ort erforderlich, den pH-Wert des Bodens annäherungsweise zu bestimmen. Die verschiedenen Hilfsmittel, die hierfür angeboten werden, sind in diesem Versuch auf ihre Genauigkeit und Praktikabilität im Einsatz getestet worden.

Versuchsdurchführung

Von den in Hüll eingehenden Proben zur Nmin-Untersuchung durch den Hopfenring wurden nach der Homogenisierung und Aufbereitung 31 Muster für die pH-Wertbestimmung entnommen, um die drei verschiedenen Schnellbestimmungsmethoden durchführen zu können.

Parallel dazu wurde jede Probe im Labor in Hüll mit dem pH-Meter analysiert.

Durch die Untersuchung von Böden mit unterschiedlichen pH-Werten und Bodenarten wurde die Genauigkeit geprüft und ausgewertet.

Die 31 untersuchten Bodenproben wurden bezüglich der Bodenart wie folgt eingestuft:

Tabelle 5.4: Einstufung der untersuchten Bodenproben in verschiedene Bodenarten

Anzahl der Proben	Bodenartenschlüssel	Bodenart
2	01	Sand
2	02	schwach lehmiger Sand
2	03	stark lehmiger Sand
18	04	sandiger Lehm
6	05	schluffiger Lehm
1	06	toniger Lehm

Vergleich der Schnellbestimmungsmethoden

1. Hellige pH-Meter

Das ist eine lang bewährte Methode, den pH-Wert annähernd und schnell zu bestimmen. Über eine winzige Bodenprobe wird eine vorgegebene Indikatorlösung geträufelt und dabei anhand des Farbumschlages der pH-Wert an einer Farbskala von pH 4–9 abgeschätzt.

2. Soil-Tester von der Firma Stelzner

Das handliche Gerät, das ohne Stromzufuhr funktioniert, misst durch Einstecken in den Boden anhand der Leitfähigkeit den pH-Wert. Von den untersuchten Böden wurde eine Mischprobe in den mitgelieferten Messzylinder (200 ccm) locker eingefüllt und durch Aufstoßen des Messzylinders aus 10 cm Höhe verdichtet. Dies wurde laut Anleitung solange wiederholt, bis der Zylinder bis zum oberen Rand gefüllt war. Die Elektrode, als Metallkegel ausgeformt, wurde dann 6,5 cm tief in den gefüllten Messzylinder gedrückt. Nach wenigen Sekunden konnte bereits der pH-Wert an der oberen Skala mit einer Teilung von zwei Zehntel abgelesen werden.

Für zu lockere Erden oder Substrate ist das Gerät nicht geeignet. Der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens darf bestimmte Grenzen nicht unter- oder überschreiten und kann mit dem Gerät kon-

trolliert werden.

Betrachtet man den Mittelwert der Ergebnisse über 31 Proben, so ergibt sich ein Durchschnittswert von pH 5,60 beim Soil-Tester im Vergleich zur Labormethode von pH 7,29, was einer Abweichung von 23,18 % entspricht. Abweichungen in dieser Höhe sind viel zu hoch, als dass eine gute Genauigkeit dieses Messverfahrens bescheinigt werden kann.

3. pH-Wert Bestimmung mittels Reflektometer (RQ-Flex)

Zur pH-Messung mit dem RQ-Flex und für die Labormessung mit dem pH-Meter wurde das für die Nmin-Untersuchung hergestellte Bodenfiltrat verwendet. Das aus der Suspension gewonnene Filtrat ist für beide Methoden zwingend notwendig, weil die Verwendung von ungefilterten Suspensionen das Ergebnis verfälschen würde.

Die Suspensionsherstellung erfolgte aus einer homogenisierten Mischprobe, versetzt mit destilliertem Wasser im Verhältnis 1:1, wobei auf 30 Liter destilliertes Wasser 44 g CaCl_2 gegeben werden.

Laut Rücksprache mit der Herstellerfirma Merck ist das aus dieser Suspension gewonnene Filtrat gut geeignet für die im Versuch verwendeten Teststäbchen (Nr.16 996, pH-Messbereich 4,0–9,0).

Ergebnis:

Nach ersten Probemessungen, die sehr hohe Abweichungen im Vergleich zur Labormessung zeigten, wurde die Verweildauer der Teststäbchen nach Rücksprache mit der Herstellerfirma auf 3 min erhöht. Im Ergebnis wurde damit eine Annäherung der Durchschnittswerte an die Labormethode erzielt, im Mittel blieb der RQ-Flex-Wert aber 1,3 pH-Punkte unter der Laboruntersuchung, so dass auch diese Methode bei einer durchschnittlichen Abweichung von 17,83 % viel zu ungenau ist.

Außerdem kann hier nicht von einer Schnellbestimmung gesprochen werden, weil der Zeitaufwand wesentlich höher ist als ursprünglich angenommen.

4. Labormessung mit dem pH-Messgerät (mit pH-Elektrode)

Zur exakten Feststellung des richtigen pH-Wertes wurde das gleiche Filtrat (hergestellt aus der Suspension Boden : dest. Wasser im Verhältnis 1:1 und mit CaCl_2 versetzt) von jeder Einzelprobe im Labor mit dem pH-Meter untersucht.

Parallel dazu wurde zur Absicherung jede 6. Probe nochmals mit einem zweiten pH-Messgerät nachgemessen. Bei der Kontrolle durch das zweite pH-Meter hat sich das erste Messergebnis im zulässigen Toleranzbereich bestätigt. Das Vergleichs-pH-Meter zeigte maximal eine Abweichung von pH 0,1, so dass die Messung mit dem Laborgerät als sehr genau und zuverlässig bezeichnet werden kann.

Bei dieser pH-Wertbestimmung wurden die Vorgaben der ISO 10390 / 1994 (ähnlich der Vorgehensweise von der AQU 1 der LfL) eingehalten.

Versuchsserie 2

Bei einer zweiten Versuchsserie wurden nach demselben Schema 9 verschiedene Bodenproben (Entnahmetiefe 30 cm) aus Ungarn mit den 4 verschiedenen Methoden getestet.

Auch hier zeigt sich ein ähnlicher Trend. Die Abweichungen der Schnellbestimmungsmethoden sind noch höher als bei Versuchsreihe 1.

Zusammenfassung:

Drei verschiedene Methoden zur Schnellbestimmung des pH-Wertes wurden im Vergleich zur exakten Labormethode auf Genauigkeit und Praktikabilität untersucht.

Das altbewährte Hellige Testverfahren lieferte die genauesten Ergebnisse und hatte im Durchschnitt der Vergleichsmessungen (1. Versuchsreihe) lediglich eine Abweichung von pH $-0,27$. Die Handhabung ist einfach und relativ schnell. An 2. Stelle hinsichtlich der Genauigkeit liegt die pH-Schnellbestimmung mit den RQ-Flex Teststreifen. Mit einer durchschnittlichen Abweichung von pH $-1,30$ ist die Methode allerdings schon sehr ungenau. Außerdem ist die Herstellung des Filtrats und die lange Messdauer zu zeitaufwändig, um von einer praktikablen Schnellbestimmung zu sprechen. Das pH-Meter mit der größten Abweichung (pH $-1,69$) war der Soil-Tester von Stelzner, der zwar hinsichtlich der Handhabung Vorteile aufweist, aber aufgrund der ungenauen Ergebnisse enttäuschte.

Nach Rücksprache mit Dr. Wurzinger von der Abteilung AQU 1 der LfL in Freising sind die beiden letztgenannten Verfahren zur pH-Schnellbestimmung nicht weiter zu verfolgen. Ihr Einsatz in der Praxis zur Schnellbestimmung des pH-Wertes bei der Beratung vor Ort kann daher nicht empfohlen werden.

5.4 Möglichkeiten und Wirtschaftlichkeit alternativen Energiequellen bei der Hopfentrocknung

Problemstellung

Für das Trocknen von Hopfen werden durchschnittlich 44 Liter Heizöl pro 100 kg Trockenhopfen benötigt. Durch die gestiegenen Ölpreise erhöhten sich die variablen Trocknungskosten im Erntejahr 2006 um ca. 250 €/ha gegenüber dem Erntejahr 2003. Mit zunehmend steigenden Energiepreisen werden alternative Energien und Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung daher wirtschaftlich interessanter.

Zum Erarbeiten von Grundsätzen und Zusammenhängen über die Nutzung alternativer Energien bei der Hopfentrocknung wurden während der Ernte 2006 in 10 verschiedenen Hopfenbaubetrieben zahlreiche Versuche und Messungen durchgeführt.

Grundsätzliche Zusammenhänge

Mit steigender Temperatur der Ansaugluft verringert sich der Heizölverbrauch bei gleicher Trocknungsleistung. Mit der durch die alternativen Energiequellen erzeugten Wärme wird die Ansaugluft der Trocknung vorgewärmt und somit Heizöl eingespart. Wie viel Liter Heizöl pro Stunde Trocknungszeit eingespart werden können, ist abhängig von der Wärmeleistung der alternativen Energiequelle. Durch die Bereitstellung von 10 KWh Wärme kann 1 Liter Heizöl ersetzt werden. Anhand dieser Umrechnung kann sehr schnell die Wärmeleistung der alternativen Energiequelle ermittelt werden. Somit können z.B. durch eine Hackschnitzelheizung mit einer Leistung von 100 KW und bei einem Wirkungsgrad von 90% 9 Liter Heizöl pro Stunde Trocknungszeit ersetzt werden. Die Heizleistung der Ölbrenner in den Trocknungsanlagen beträgt in Abhängigkeit von der Darrgröße 300 – 1200 KWh. Anhand der Heizleistung der in der Praxis eingesetzten Ölbrenner wird sehr schnell deutlich, dass durch den für die Hopfentrocknung erforderlichen hohen Energiebedarf Heizöl nur zum Teil durch die zusätzlichen alternativen Wärmequellen ersetzt werden kann.

Versuchsbeschreibung

Bei den Versuchsbetrieben wurden in den Druckleitungen der Ölbrenner Öldurchflussmengen-zähler eingebaut, um den Ölverbrauch bei unterschiedlichen Trocknungsvarianten mit und ohne zusätzlichen alternativen Energiequellen ermitteln zu können. Zusätzlich wurde die Temperatur und Luftfeuchte der Ansaug- und Abluft bei Hordendarren und Bandtrocknern aufgezeichnet. Über die Veränderung der Ansaugtemperatur konnte die Wärmeleistung und der Wirkungsgrad der alternativen Energiequelle bei unterschiedlichen Trocknungsvarianten ermittelt werden. Das Aufzeichnen der Temperatur und relativen Feuchte der Darrabluft waren für das Einhalten von gleichen Trocknungsabläufen notwendig.

Alternative Energiequellen bei der Hopfentrocknung

Die Versuche, Messungen und Aufzeichnungen wurden bei Betrieben durchgeführt, die als alternative Energiequellen Hackschnitzelheizungen, eine Biogasanlage bzw. eine Scheitholzheizung besaßen. Bei den **Hackschnitzelheizungen** und der **Biogasanlage** erfolgte die Vorwärmung der Ansaugluft über Wärmetauscher. In den Versuchen wurden Wirkungsgradunterschiede der Wärmeabnahme über Wärmetauscher von 20-80 % festgestellt! In zwei vergleichbaren Versuchsbetrieben mit je einer 100 KW Hackschnitzelheizung wurden in einem Fall 8 Liter Heizöl und im anderen Fall nur 2 Liter Heizöl pro Stunde Trocknungszeit eingespart. Die Abweichung lag in der unterschiedlichen Art und Positionierung der Wärmetauscher. Für eine optimale Wärmeabnahme muss der Wärmetauscher so im Luftstrom der Ansaugluft angebracht sein, dass die zusätzlich erzeugte Wärme von der Ansaugluft vollständig erfasst wird. Darüber hinaus muss der Wärmetauscher auf den erforderlichen Luftdurchsatz abgestimmt sein und darf die Strömungsverhältnisse der Trocknungsluft nicht beeinträchtigen oder verändern.

Bei der **Scheitholzheizung** handelte es sich um einen umgebauten Hopfendarrofen, der so im Luftstrom der Ansaugluft positioniert war, dass diese vorgewärmt werden konnte. Da in diesem Betrieb die Darrfläche nur 9 m² betrug, konnten hier die Auswirkungen steigender Ansaugtemperaturen auf den Heizölverbrauch pro 100 kg Trockenhopfen sehr gut aufgezeigt werden. So waren zum Trocknen von 100 kg Hopfen bei gleichen Trocknungsbedingungen und einer Temperatur der Ansaugluft von 15 °C 44 Liter, bei 25 °C 35 Liter und bei 40 °C nur noch 33 Liter Heizöl erforderlich. Für das Erreichen eines optimalen Wirkungsgrades der Scheitholzanlage musste viertelstündlich Holz nachgelegt werden.

Energieeinsparung durch Wärmerückgewinnung

Wärmerückgewinnung aus der Trocknung

Durch Wärmerückgewinnung kann die Temperatur der Ansaugluft bei Hordendarren und Bandtrocknern ebenfalls erhöht und dadurch der Heizölbedarf reduziert werden.

In vielen Hopfengebäuden ist die Luft durch die Wärmeabstrahlung von den Hopfendarren und dem solaren Einfluss unter der Dacheindeckung deutlich wärmer als die Außenluft. Gelingt es über Schächte diese wärmere Gebäudeluft als Ansaugluft für die Trocknungsanlage zu nutzen, kann dadurch mit teils geringem Aufwand Energie eingespart werden. Vor einer solchen Baumaßnahme müssen aber unbedingt die brandschutzrechtlichen Vorschriften, wie der Einbau einer Brandschutzklappe und von Staubfiltern eingehalten werden. Zusätzlich sind die Empfehlungen der Hersteller für Trocknungsanlagen zu beachten!

Da bei Bandtrocknern die Temperatur der Abluft höher und die relative Feuchte niedriger ist als bei Hopfendarren, ist eine Wärmerückgewinnung aus dieser Abluft über Wärmetauscher wirtschaftlich interessant.

In den Versuchen konnte durch eine Erhöhung der Temperatur der Ansaugluft um 5-10°C über Wärmerückgewinnung eine Heizölsparsnis von ca. 4-8 Liter pro 100 kg Trockenhopfen erzielt werden.

Erfolgt die Wärmerückgewinnung ohne zusätzliches Gebläse, sind unbedingt die Luftverhältnisse im Heizraum zu überprüfen. Bei Unterdruck im Heizraum braucht der Ölbrenner aufgrund der brandschutzrechtlichen Vorschriften einen eigenen Zuluftschacht!

Wärmerückgewinnung von Stromaggregaten

In vielen Betrieben werden zur Stromerzeugung Stromaggregate eingesetzt. Zum Erzeugen von 10 kWh Strom müssen 3 Liter Heizöl aufgewendet werden. Zwei Drittel der eingesetzten Energie ist Abwärme. Davon kann etwa die Hälfte zum Vorwärmen der Ansaugluft verwendet werden. Somit können z.B. mit der nutzbaren Abwärme des Stromaggregates mit einer Leistung von 60 KW bei einem theoretischen Wirkungsgrad von 100 % 6 Liter Heizöl pro Stunde Trocknungszeit ersetzt werden. Wie bei den Wärmetauschern ist der erzielte Wirkungsgrad von der Positionierung des Stromerzeugers abhängig. Wird die Abwärme vollständig vom Luftstrom der Ansaugluft erfasst, können Wirkungsgrade von bis zu 90 % der nutzbaren Abwärme erzielt werden. In der Praxis wurden Wirkungsgradunterschiede von 10-90 % festgestellt.

Wirtschaftlichkeit

Grundsätzlich interessiert die Frage, wie viel Liter Heizöl pro Stunde Trocknungszeit durch eine Investition in alternative Energiequellen eingespart werden können.

1 Liter Heizöl entspricht 10 kWh Wärme !

Bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit müssen die Kosten der eingesetzten alternativen Energiequellen, wie z.B. für Hackschnitzel oder Scheitholz angesetzt werden. Ferner ist die Wirtschaftlichkeit einer Investition abhängig von der Nutzungsdauer, der Investitionshöhe und dem Heizölpreis.

Die jährliche Einsparung variabler Trocknungskosten errechnet sich dann aus den eingesparten Heizölkosten abzüglich der variablen Kosten für die alternativen Energiequellen.

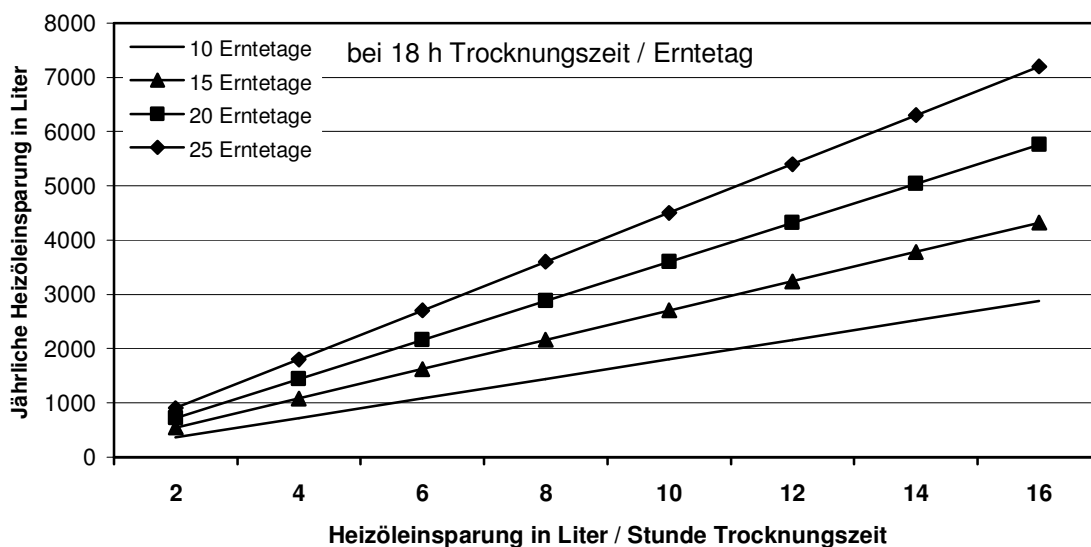


Abb. 5.2: Heizöleinsparung in Abhängigkeit vom Wirkungsgrad der alternativen Energiequellen

Entscheidend ist die erzielbare Heizölsparsnis pro Stunde Trocknungszeit durch die alternative Energiequelle. Durch eine Hackschnitzelheizung mit einer Leistung von 100 KW und einem Wirkungsgrad von 80 % (= 80 kWh nutzbare Wärme) der Wärmebereitstellung können 8 Liter Heizöl pro Stunde ersetzt werden. Aus der Graphik wird ersichtlich, dass in 20 Erntetagen eine jährliche Heizölsparsnis von ca. 3000 Liter Heizöl möglich ist, wenn man mit 18 h Trocknungszeit je Erntetag kalkuliert. Bei einem Heizölpreis von 0,6 €/l können somit 1800 € eingespart werden. Demgegenüber entstehen allerdings Kosten für die Bereitstellung der Wärme aus den Hackschnitzeln. Unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades des Wärmetauschers werden für die eingesparten 8 Liter Heizöl ca. 0,14 m³ (1 m³ Hackgut \cong 70 l Heizöl) Hackgut benötigt. In diesem Fall werden folglich bei 20 Erntetagen und der zugrundegelegten Trocknungszeit von 18 h je Tag ca. 50 m³ Hackschnitzel verfeuert. Bei einem Preis von 15 € je m³ Hackgut entstehen somit Kosten von 750 €. Die Differenz aus den eingesparten Kosten für Heizöl und den zusätzlichen entstandenen Kosten für Hackgut ergibt somit die tatsächlich eingesparten variablen Trocknungskosten von 1050 € pro Jahr.

Anhand der jährlich eingesparten variablen Trocknungskosten kann die Wirtschaftlichkeit und die Amortisationsdauer der Investition ermittelt werden. Grundsätzlich ist aber eine Investition erst dann rentabel, wenn die Festkosten (z.B. Abschreibungen Versicherungen, Zinsansatz) aus den Umbaumaßnahmen und sonstigen variablen Kosten (z.B. Strom für Hackschnitzelheizung) die eingesparten Trocknungskosten nicht überschreiten.

5.5 Beratungs- und Schulungstätigkeit

Neben der angewandten Forschung im Bereich der Produktionstechnik des Hopfenbaues hat die Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik (IPZ 5a) die Aufgabe, die Versuchsergebnisse für die Praxis aufzubereiten und den Hopfenbauern direkt durch Spezialberatungen, Unterricht, Schulungen, Seminare, Vorträge, Printmedien und über das Internet zur Verfügung zu stellen. Die Organisation des Peronosporawarndienstes und die Aktualisierung der Warndiensthinweise gehören ebenso zu den Aufgaben wie die fachliche Betreuung der Erzeugerringe und die Schulung der Ringbetreuer als Multiplikatoren der Beratung vor Ort.

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

5.5.1 Informationen in schriftlicher Form

- Das „Grüne Heft“ Hopfen 2006 – 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 3000 Stück von der LfL an die ÄfL und Forschungseinrichtungen und von den Erzeugerringen an die Hopfenpflanzer verteilt.
- LfL-Informationsbroschüre „Optimale Trocknung und Konditionierung von Hopfen“.
- Über das Ringfax des Hopfenringes (2006: 55 Faxe à 943 Teilnehmer) wurden in 37 Faxen aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstaufrufe an die Hopfenpflanzer verschickt.
- Für das Wetterfax wurden ebenfalls in wöchentlichen Abständen aktuelle Informationen zur Verfügung gestellt.

- Im Rahmen der DSN-Bodenuntersuchung wurden 3619 Ergebnisse auf Plausibilität kontrolliert und zum Versand an die Hopfenpflanzer freigegeben.
- In 3 ER-Rundschreiben des Hopfenrings und in 9 Monatsausgaben der Hopfen Rundschau wurden Beratungshinweise und Fachbeiträge für die Hopfenpflanzer veröffentlicht.
- Mit dem Erfassungs- und Auswertungsprogramm HSK wurden für 240 Hopfenpflanzer auf 760 Schlägen Schlagkarteiauswertungen durchgeführt und in schriftlicher Form an die Landwirte zurückgegeben.

5.5.2 Internet und Intranet

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

5.5.3 Telefonberatung Ansagedienste

- Der Peronospora-Warndienst wurde in der Zeit vom 09.05.–28.08.2006 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) oder das Internet 76 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. 3.500 Fällen telefonische Auskunft oder führten Beratungen in Einzelgesprächen oder vor Ort durch.

5.5.4 Vorträge, Führungen, Schulungen und Versammlungen

- Ein 3-tägiger Workshop Betriebswirtschaft am ALF Abensberg
- 7 Schulungen für die Ringbetreuer des Hopfenringes
- 9 Hopfenbauversammlungen in Zusammenarbeit mit den ÄLF
- 47 Fachvorträge
- 10 Versuchsführungen für die Hopfenpflanzer und die Hopfenwirtschaft
- 1 Workshop Trocknung und Konditionierung
- 1 BiLa-Seminar Hopfenbau und Vermarktung in Abensberg (4 Abende)
- 12 Unterrichtsstunden an der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen für die Studierenden im Fach Hopfenbau
- 1 Schultag des Sommersemesters der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen
- 5 Hopfenbauseminare zur neuen Düngeverordnung

6 Pflanzenschutz im Hopfenbau

Bernhard Engelhard, Dipl. Ing. agr.

6.1 Schädlinge und Krankheiten des Hopfens

Liebstöckelrüssler (*Otiorrhynchus ligustici* L.) und Drahtwurm (*Elateridae*)

Die nasskalte Witterung im April hat großflächiges Auftreten der Schädlinge verhindert. In bekannten Befallslagen und auch kleinräumig in den Hopfengärten gab es trotzdem starken Befall.

Da wirksame Bodeninsektizide mit Ausbringung im Gießverfahren und Einwirkung in den Hopfenstock fehlen, wird die Gefahr der langfristigen Beschädigung der Hopfenstöcke durch die Bodenschädlinge immer größer.

Hopfenblattlaus (*Phorodon humuli*)

Blattlauszuflug 2004, 2005, 2006 Standort: Hüll, Sorte: HM

Aphisfliegen je Blatt/Mittel aus 50 Blättern

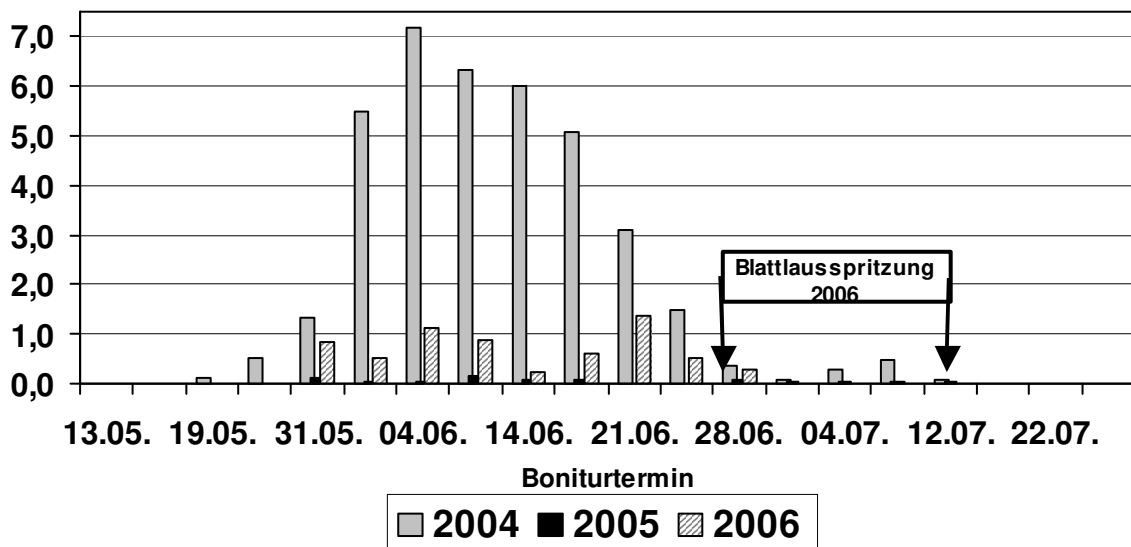


Abb. 6.1.: Blattlauszuflug

Der späte Vegetationsbeginn und der kühle, niederschlagsreiche April hatten Auswirkungen auf den Beginn des Zufluges der Aphisfliegen. Der späte und in der Höhe moderate Zuflug ist ungewöhnlich. Überraschend war dann, dass trotz kalter Nächte Anfang Juni die Entwicklung der Population auf den Hopfenpflanzen schnell zunahm.

Die Blattlausspritzungen Ende Juni bis Mitte Juli waren richtig positioniert. Bei Kombinationen mit guter Wirkung konnten alle Blattläuse abgetötet werden. Da kein Neuzuflug mehr vorhanden war, konnten die Blattläuse, mit Ausnahme bei wenigen Beständen von Hallertauer Magnum, gut bekämpft werden. In der Hitzeperiode im Juli gingen noch vorhandene Populationen in unbehandelten Parzellen stark zurück.

Gemeine Spinnmilbe (*Tetranychus urticae* Koch)

Die Erfahrung, dass niedrige Temperaturen im Februar und März einen starken Befall mit Spinnmilbe verhindern, hat sich bestätigt. Der Spinnmilbenbefall war insgesamt gering.

Umfangreicher Einsatz des Akarizides Vertimec ist auf die sehr gute Nebenwirkung auf Blattlaus zurückzuführen.

Peronospora [*Pseudoperonospora humuli* (Miyabe et Takahashi) Wilson]

Bereits Ende April wurde deutlich, dass es viel **Primärinfektionen** geben wird. Dies galt auch für die toleranten Hüller Zuchtsorten. Mit Beginn des Peronospora-Warndienstes Anfang Mai wurde laufend bis 23.06. durchgehend auf diese Tatsache hingewiesen. Die Bekämpfung der Primärinfektion ist Voraussetzung für die Teilnahme am Peronospora-Warndienst. Primär- und Sekundärinfektion muss strikt getrennt betrachtet werden.

Eine Ursache für den langanhaltenden Primärbefall in vielen Hopfengärten ist, dass das metaxylhaltige Produkt Fonganyl Gold wegen Unbefahrbarkeit der Gärten im April nicht rechtzeitig ausgebracht werden konnte.

Der erste Spritzaufwurf zur Bekämpfung der **Sekundärinfektion** kam richtig erst am 30.06. für anfällige Sorten und am 10.07. für alle Sorten.

Nachdem in der Hitzeperiode die Infektionen fast ganz zusammengebrochen sind, waren zu diesem Zeitpunkt keine Spritzungen notwendig. Erst am Ende der ersten Augustdekade baute sich wieder Infektionsmaterial auf und führte kurz vor der Ernte noch zu zwei ganz wichtigen Aufrufen zum Schutz vor Peronospora. Spritzungen vor diesem Termin hätten für diesen Infektionsschub keine Wirkung gehabt.

Konsequenz: Auch 2006 hat der Peronospora-Warndienst richtig reagiert.

Echter Mehltau (*Podosphaera humuli* Burrill), Botrytis (*Botrytis cinerea* Persson)

Vier Jahre in ununterbrochener Folge war Echter Mehltau in den deutschen Anbaugebieten kein Problem. An elf Standorten in der Hallertau mit unbehandelten Parzellen war nur an einem Standort Mehltau festgestellt worden. Ausgebrachte Spritzungen wären somit in den überwiegenden Fällen nicht notwendig gewesen; zur Absicherung von Ertrag und Qualität sind diese vorbeugenden Spritzungen nach derzeitigem Kenntnisstand aber immer noch notwendig.

Botrytisbefall war gering.

Welke (*Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold)

Die Voraussetzungen für hohen Welkebefall waren durch die nassen Böden im Frühjahr gegeben. Es war deshalb fast etwas überraschend, dass wenig Welkeprobleme auftraten. Wird bei der Ernte frischer Rebenhäcksel in die Hopfengärten zurückgebracht, zeichnet sich ein etwas höherer Befallstrend mit Welke aus.

6.2 Forschungsprojekt „Entwicklung von Pflanzenschutzstrategien im Ökologischen Hopfenbau als Alternativen zur Anwendung kupfer- und schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel“.

Am 30. November 2006 wurde dieses vom Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) finanzierte, dreijährige Projekt abgeschlossen. Das formulierte Ziel, nämlich die Erarbeitung von Methoden zur Bekämpfung der Krankheiten und Schädlinge im Öko-Hopfenbau ohne synthetische Pflanzenschutzmittel und den Ersatz bzw. die Reduzierung von kupfer- und schwefelhaltigen Produkten wurde nur zum Teil erreicht. Doch auch die dokumentierten Misserfolge, die sich bei den Versuchsarbeiten hinsichtlich dieses Ziels ergaben, tragen entscheidend zu einer realistischen und zeitgemäßen Beurteilung der Möglichkeiten bei der Bekämpfung von Schädlingen und Pilzkrankheiten im Ökologischen Hopfenbau bei. Der ausführliche Bericht wird noch 2007 in der LfL-Schriftenreihe veröffentlicht; hier soll nur kurz auf die wichtigsten Ergebnisse und Aussagen eingegangen werden.

Falscher Mehltau oder Peronospora *Pseudoperonospora humuli*

Die Prüfungen erfolgten in der hochanfälligen Sorte Hallertauer Mittelfrüher. Vier kupferfreie Varianten brachten in keinem der drei Versuchsjahre befriedigende Ergebnisse. In den Varianten mit reduzierten Kupfermengen in Form von Kupferhydroxid war die Konzentration zu niedrig angesetzt. Die Wirkung reichte bei 50 % Einsparung an Kupfer nicht mehr aus.

Konsequenz: Ohne kupferhaltige Produkte kann der Falsche Mehltau im Ökologischen Hopfenbau nicht wirksam bekämpft werden. Die Aufwandmenge mit Kupferhydroxid-haltigen Mitteln ist noch anzupassen.

Table 6.1:

Geprüfte Varianten zur Peronosporabekämpfung 2004 - 2006

Schlag "Mus", Herpersdorf, Sorte Hallertauer Mittelfrüher

Variante	2004	2005	2006
Funguran (Cu-oxychlorid)	x	x	x
Cuprozin flüssig (Cu-hydroxid)	x	x	x
DPD GFJ 52-008 (Cu-hydroxid)	-	x	x
Frutogard (phosphithaltig)	x	-	-
Stähler (phosphitfrei)	-	x	x
Kanne Brottrunk	x	-	-
Molke	x	-	-
FungEnd + Öle	-	x	x
„Praxis“ (betriebsübliche Behandlung)	x	x	x
„Praxis“ + Frutogard	-	x	-
unbehandelt	x	x	x

Tabelle 6.2: Spritztermine und tatsächlich ausgebrachte Kupfermengen in den kupferhaltigen Varianten 2006

Spritzung	Datum	BBCH	Wassermenge [l/ha]	kg bzw. Liter Produkt			
				Funguran	GF-J52-008	Cuprozin flüssig	Betrieb
1.	19.05.	19	400	0,8	0,6	0,4	Mischung mit weiteren Mitteln
2.	21.06.	37-38	1400	2,8	2,1	1,4	
3.	01.07.	39	1600	3,2	2,4	1,6	
4.	10.07.*	51	1800	3,6	2,7	1,8	
5.	08.08.*	71	2000	4	3	2	
6.	19.08.*	75	2200	4,4	3,3	2,2	
7.	25.08.*	79	2500	5	3,75	2,5	
			Summe Produkt	23,8	17,85	11,9	
			Summe Cu/ha	10,71	5,35	3,57	4
			Cu % zu Funguran	100%	50%	33%	37%

* = Spritzung nach Spritzaufwurf

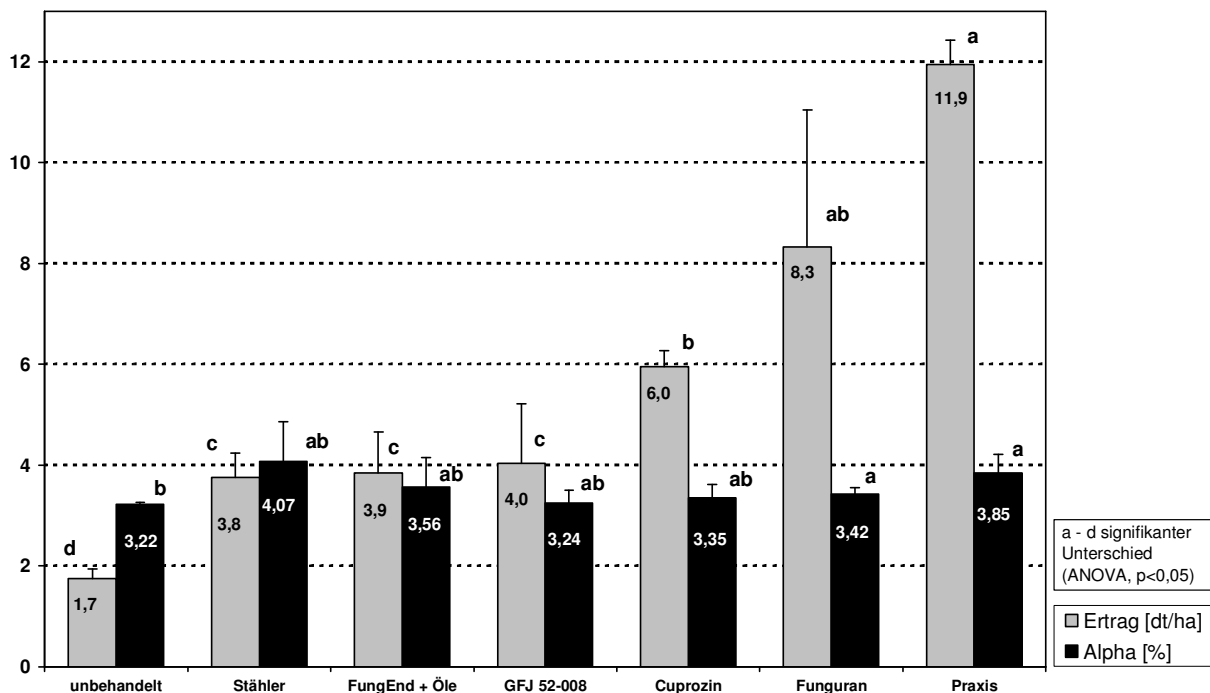


Abb. 6.2: Ertrag und Alpha bei verschiedenen Verfahren zur Peronospora-Bekämpfung im Ökologischen Hopfenbau 2006: Ergebnisse der Versuchsernte im Schlag „Mus“, Sorte HA, Herpersdorf, 05.09.2006.

Hopfenblattlaus *Phorodon humuli*

Bei den Spritzverfahren brachte Quassia, das als Eigensud am Betrieb hergestellt wurde, immer die besten Ergebnisse. Verbessert wurde die Wirkung noch durch Zusatz von Schmierseife. NeemAzal T/S zeigte zwar eine Wirkung auf Blattläuse, für einigermaßen befriedigende Ergebnisse reichte die Wirkung jedoch nicht aus. Zwischen Spritz- und Streichvarianten gab es keine grundsätzlichen Unterschiede. Auch die Wirkung des Pyrethrins Spruzit Neu blieb über die gesamte Versuchsdauer betrachtet sehr unbefriedigend. In den Streichvarianten wurde mit dem Quassia-Präparat TRF-002 im ersten Versuchsjahr klar, dass positive Ergebnisse zu erwarten sind, diese jedoch eine Frage der Aufwandmengen an Aktivsubstanz sind. Unter den Bedingungen des Ökologischen Hopfenbaus erzielte das Handelsprodukt TRF-002 mit einer Wirkstoffmenge von 24 g/ha Quassin in zwei Vegetationsperioden grundsätzlich sehr gute Ergebnisse. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass es sich um Jahre mit geringem Blattlausdruck gehandelt hatte.

Konsequenz: Für das Fertigprodukt TRF-002 sollte eine Genehmigung nach dem Pflanzenschutzgesetz angestrebt werden.

Tabelle 6.3: Entwicklung der Blattlauspopulation 2006

Entwicklung der Blattlauspopulation 2006

Schlag Flöz, Herpersdorf, Sorte Perle

Läuse pro Blatt

Mittelwerte aus je 50 Blättern

Variante	16.06.2006 1 Tag vor 1. Behandlung	20.06.2006 4 Tage nach 1. Behandlung	30.06.2006 4 Tage nach 2. Behandlung	04.07.2006 10 Tage nach 2. Behandlung	12.07.2006 3 Wochen nach 2. Behandlung
unbehandelt	50	70	73	111	120
Spritzvarianten:					
NeemAzal T/S	55	84	86	165	148
Spruzit Neu	68	80	69	52	117
Quassia	29	43	14	26	10
Quassia plus Schmierseife	40	32	11	7	3
Streichvarianten:					
NeemAzal T/S	45	84	42	97	151
TRF-002 12 g/ha	44	76	24	49	23
TRF-002 24 g/ha	40	51	28	14	4
TRF-002 36 g/ha	32	43	42	8	10

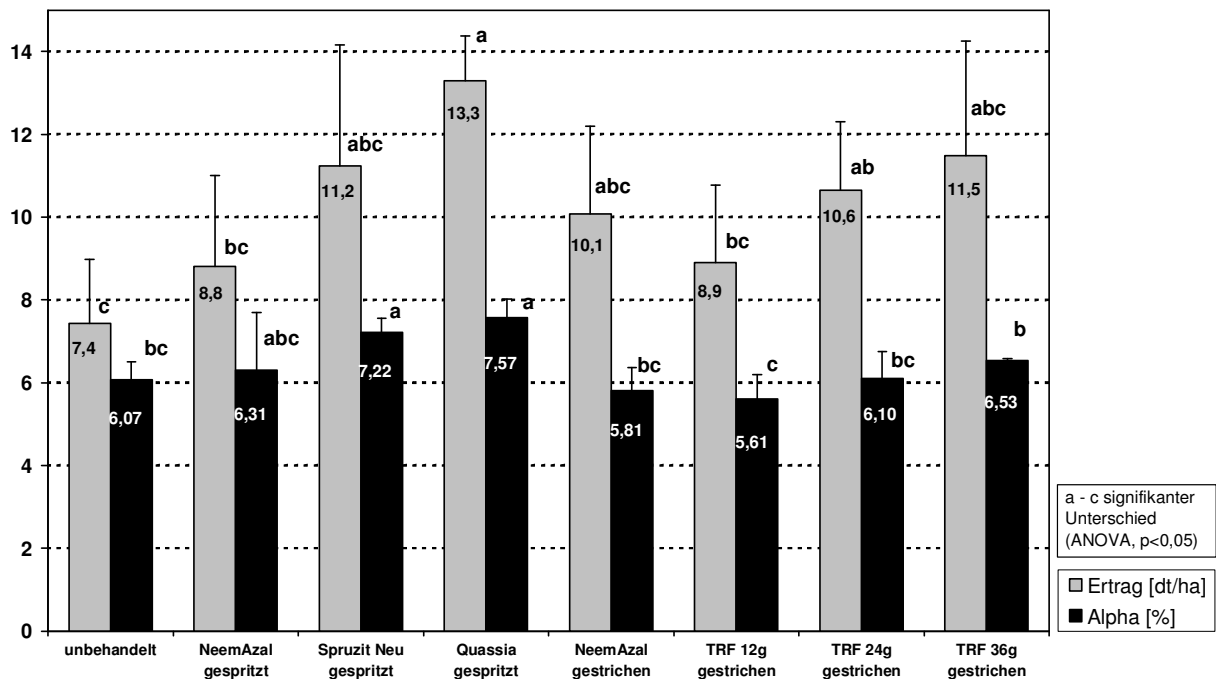


Abb. 6.3: Ertrag und Alpha bei verschiedenen Verfahren zur Blattlaus-Bekämpfung im Ökologischen Hopfenbau 2006: Ergebnisse der Versuchsernte im Schlag „Flöz“, Sorte PE, Herpersdorf, 05.09.2006.

6.3 Virusfreies Pflanzengut

Im Jahre 2006 wurden 5.824 Pflanzen auf Virus untersucht.

- **Arbeitsbereich Züchtung**
2.128 Mutterpflanzen auf ApMV und HMV
- **Erzeugerring Jura**
2.092 ApMV für B-Zertifikat
- **Vermehrungsbetrieb Eickelmann**
740 Mutterpflanzen auf ApMV und HMV
davon: 458 Herkules
20 Hallertauer Magnum
18 Hallertauer Mittelfrüh
10 Spalter Select
20 Hersbrucker
130 Hallertauer Tradition
84 Perle
- **Professor Schildbach Vermehrungsbetrieb Türkei**
56 Mutterpflanzen auf ApMV
56 Mutterpflanzen auf HMV
- **Eigene Untersuchungen**
356 ApMV
302 HMV
- **Hopfenring Hallertauer**
94 ApMV für B-Zertifikat

7 Hopfenqualität und Analytik

Dr. Klaus Kamhuber, Dipl. Chemiker

7.1 Allgemeines

Die Arbeitsgruppe IPZ 5d hat im Arbeitsbereich IPZ 5 Hopfen eine wichtige Querschnittsfunktion. Sie führt alle analytischen Untersuchungen durch, die zur Unterstützung von Versuchsfragen der anderen Arbeitsgruppen benötigt werden. Der Hopfen rückt auch als Heil- und Arzneipflanze immer mehr in den Mittelpunkt. Der Studienkreis Entwicklungsgeschichte der Arzneipflanzenkunde an der Universität Würzburg ernannte Hopfen zur „Arzneipflanze des Jahres 2007“. Als wissenschaftlich seriös abgesichert können folgende physiologischen Eigenschaften des Hopfens genannt werden: antimikrobiell, sedativ, antioxidativ, östrogen und schließlich auch antikanzerogen. Die α -Säuren gelten als das primäre wirtschaftliche Qualitätsmerkmal des Hopfens. Die ätherischen Öle sind für den Geruch und das Aroma verantwortlich. Ihre beruhigende Wirkung kann in der Medizin genutzt werden. Die Polyphenole wirken als Antioxidantien und können freie Radikale einfangen. Das nur im Hopfen vorkommende Xanthohumol hat ein großes antikanzerogenes Potential. Die Substanz 8-Prenylnaringenin gilt als eines der stärksten Phytoöstrogene und verleiht dem Hopfen damit eine leichte östrogene Wirkung. Auf Grund dieser Inhaltsstoffe könnten sich für Hopfen alternative Anwendungsmöglichkeiten erschließen, z.B. in der Lebensmittelindustrie, als Bestandteil von Kosmetika und Medikamenten, in Functional Foods und Nahrungsergänzungsmitteln.

7.2 Sorten mit hohem α -Säuren und β -Säuregehalten

Als Zuchtziel bei den Bittersorten ist einerseits ein möglichst hoher α -Säuregehalt ohne besondere qualitative Anforderungen erwünscht, andererseits sollen Bitterhopfen mit qualitativen Anforderungen wie Hallertauer Magnum und Hallertauer Taurus gezüchtet werden. Auch die β -Säuren erlangen immer mehr Interesse, da sie sich als antimikrobiell gegenüber grampositiven, pathogenen Bakterien erweisen. In der Zucker- und Ethanolindustrie sollen sie Formalin ersetzen. Dies könnte durchaus einen größeren Markt für Hopfen bedeuten. Die Tabelle 7.1 zeigt 20 Zuchtstämme und Sorten mit den höchsten α -Säuregehalten der Ernte 2005 absteigend sortiert.

Tabelle 7.1: Zuchtstämme und Sorten mit den höchsten α -Säuregehalten der Ernte 2005

Zuchtstamm/Sorte	alpha-Säuren	beta-Säuren	β/a	Cohumulon	Colupulon
2000/109/728	20,9	6,8	0,32	27,2	47,5
2000/108/715	19,9	7,4	0,37	27,7	51,7
Herkules	19,6	6,5	0,33	35,1	55,9
99/061/009	19,4	6,1	0,32	23,0	45,9
99/093/003	19,1	8,2	0,43	23,5	46,8

Fortsetzung Tabelle 7.1

Zuchtstamm/Sorte	alpha-Säuren	beta-Säuren	β/a	Cohumulon	Colupulon
2000/109/728	18,9	6,0	0,32	26,5	46,6
Hallertauer Taurus	18,9	6,2	0,33	20,9	45,3
Herkules	18,7	6,4	0,34	31,0	57,4
Hallertauer Taurus	18,7	5,8	0,31	23,2	48,3
2000/078/750	18,7	5,9	0,32	24,7	52,3
Hallertauer Magnum	18,5	6,7	0,36	26,2	51,1
99/093/718	18,4	7,4	0,40	24,2	50,9
Herkules	18,4	6,2	0,34	35,6	56,2
Hallertauer Taurus	18,4	6,4	0,35	22,5	47,2
Hallertauer Magnum	18,3	6,6	0,36	26,0	49,5
2000/070/006	18,2	6,7	0,37	26,3	50,9
2001/103/710	18,1	5,1	0,28	21,6	43,9
99/093/003	18,1	8,0	0,44	24,6	47,2
2000/109/728	18,1	5,3	0,29	26,5	50,0
99/060/011	18,1	6,2	0,34	23,2	46,6

α- und β-Säuren in % lfr.; Analoga in % der α- und β-Säuren

Zwei Zuchtstämme übertreffen hinsichtlich des α-Säuregehalts die Sorte Herkules. Auch haben diese beiden Zuchtstämme einen bemerkenswert niedrigen Cohumulonanteil mit 27 %.

Die Tabelle 7.2 zeigt 20 Zuchtstämme und Sorten mit den höchsten β-Säuregehalten der Ernte 2005.

Tabelle 7.2: Zuchtstämme und Sorten mit den höchsten β-Säuregehalten der Ernte 2005

Zuchtstamm/Sorte	alpha-Säuren	beta-Säuren	β/a	Cohumulon	Colupulon
96/031/009	4,8	11,9	2,45	21,7	40,8
96/031/009	5,6	11,8	2,09	19,4	39,7
2002/006/737	4,6	11,3	2,46	17,3	34,6
2002/045/719	15,3	10,6	0,69	23,9	43,4
2002/006/727	5,6	10,4	1,87	19,5	39,4
2002/033/010	7,7	10,1	1,31	21,6	40,5
2000/109/727	17,2	10,1	0,59	21,1	51,7
97/071/737	14,0	10,1	0,72	28,9	51,3

Fortsetzung Tabelle 7.2

Zuchtstamm/Sorte	alpha-Säuren	beta-Säuren	β/a	Cohumulon	Colupulon
96/010/024	5,2	10,0	1,92	25,4	41,0
97/025/007	0,1	10,0	112,39	55,8	26,3
98/009/013	7,3	10,0	1,36	17,9	40,0
96/030/011	5,1	10,0	1,96	16,2	38,6
2003/066/719	6,6	9,8	1,50	29,0	55,6
2003/026/009	6,8	9,8	1,44	21,9	45,9
2000/109/727	16,3	9,8	0,60	21,8	51,8
94/075/758	15,1	9,7	0,64	21,1	42,1
2000/109/727	15,8	9,6	0,61	21,9	51,2
2003/091/005	13,2	9,6	0,73	23,4	46,0
96/030/011	2,9	9,5	3,26	14,4	31,3
96/008/014	9,6	9,5	0,99	21,4	41,0

α - und β -Säuren in % lfr.; Analoga in % der α - und β -Säuren

Der Zuchtstamm 96/031/009 hält mit 11,82 % β -Säuren den Rekord. Die Zuchtstämme 2002/045/719, 2000/109/727 und 97/071/737 zeichnen sich sowohl durch einen hohen β - als auch α -Säuregehalt aus. Beim Zuchtstamm 97/025/007 ist offensichtlich das Enzym Oxidase durch eine Mutation blockiert, so dass nur β -Säuren und keine α -Säuren entstehen (Abbildung 7.13).

7.3 Die Biogenese der Hopfenbitterstoffe im Jahr 2006

Der α -Säuregehalt spielt bei der Bezahlung des Hopfens eine immer größere Rolle. Deshalb ist es wichtig den richtigen Erntezeitpunkt zu ermitteln, um einen möglichst optimalen α -Säuregehalt zu erhalten. Auch im Jahr 2006 wurden Erntezeitpunktversuche mit den wichtigsten Sorten durchgeführt und diese mit HPLC analysiert, dabei konnte auch zum erstenmal die Biogenese des Xanthohumols beobachtet werden. Die Abbildungen 7.1 –7.12 zeigen die Auswertungen.

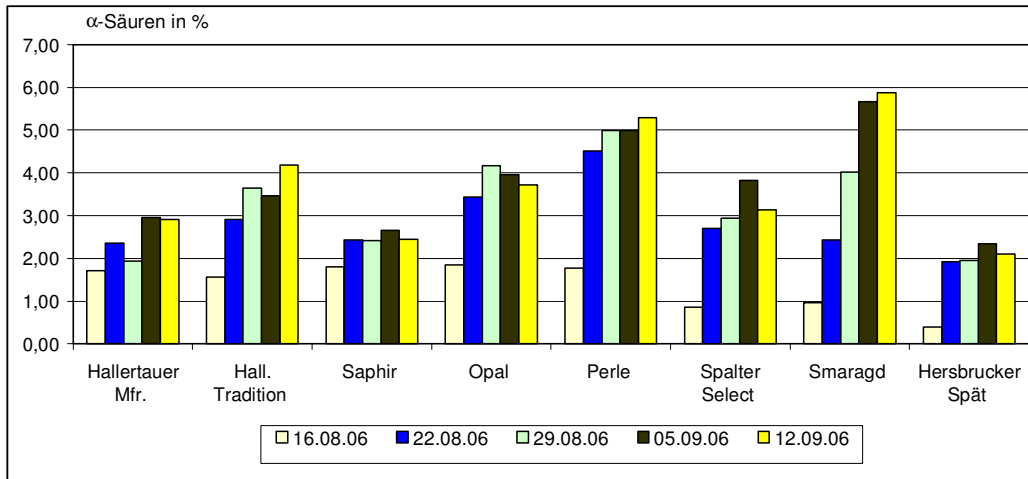


Abb. 7.1: Die Biogenese der α-Säuren bei Aromasorten der Ernte 2006

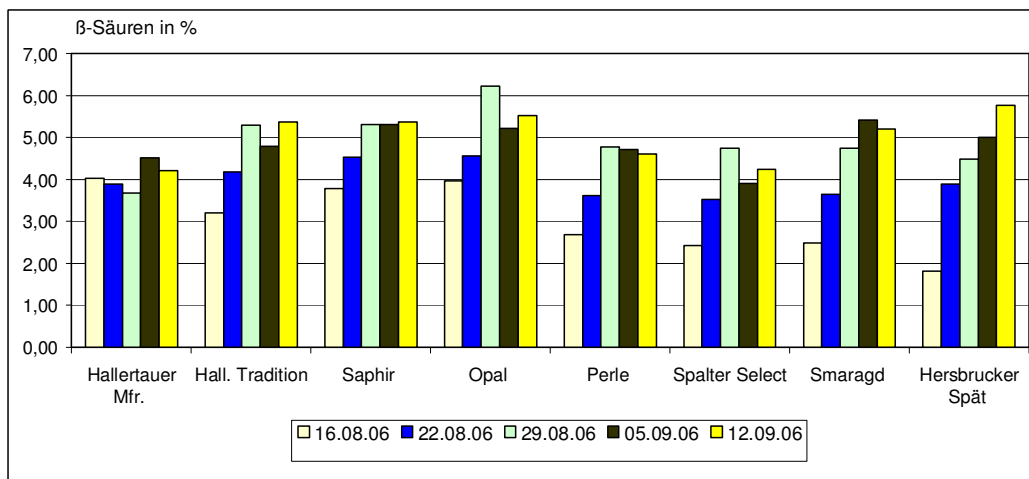


Abb. 7.2: Die Biogenese der β-Säuren bei Aromasorten der Ernte 2006

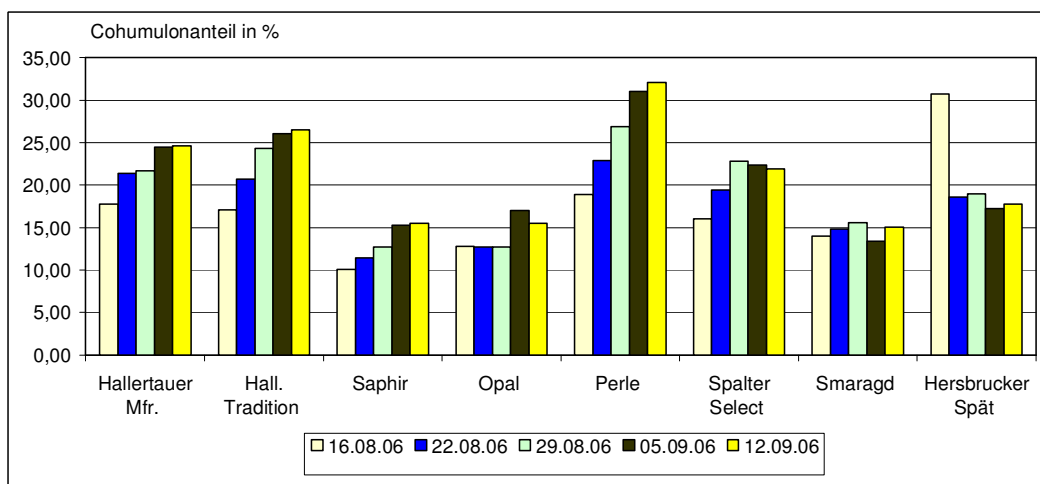


Abb. 7.3: Die Entwicklung des Cohumulonanteils bei Aromasorten der Ernte 2006

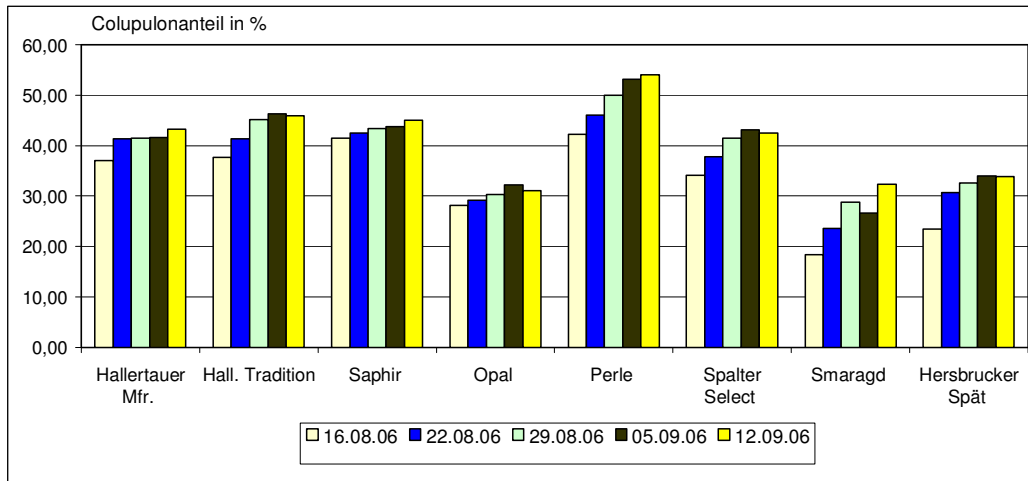


Abb. 7.4: Die Entwicklung des Colupulonanteils bei Aromasorten der Ernte 2006

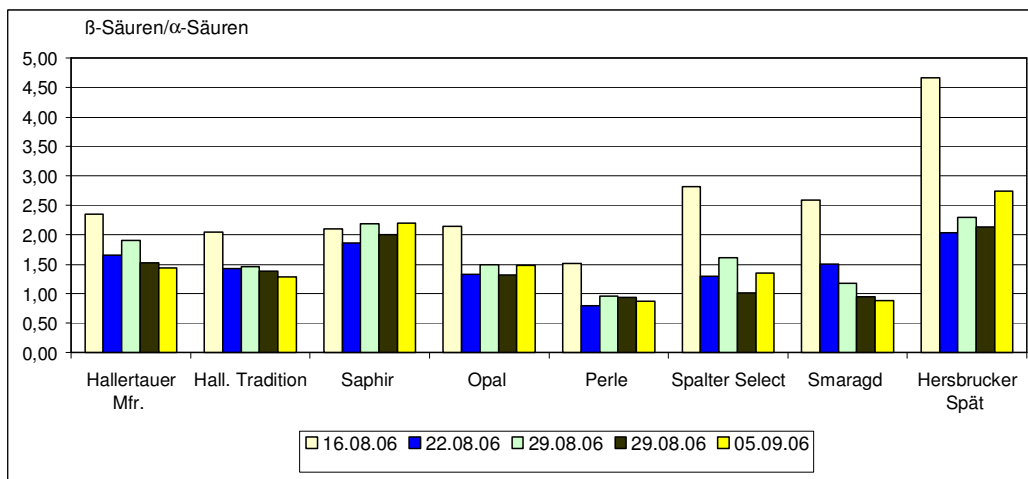


Abb. 7.5: Die Entwicklung des β -Säuren/ α -Säuren-Verhältnisses bei Aromasorten der Ernte 2006

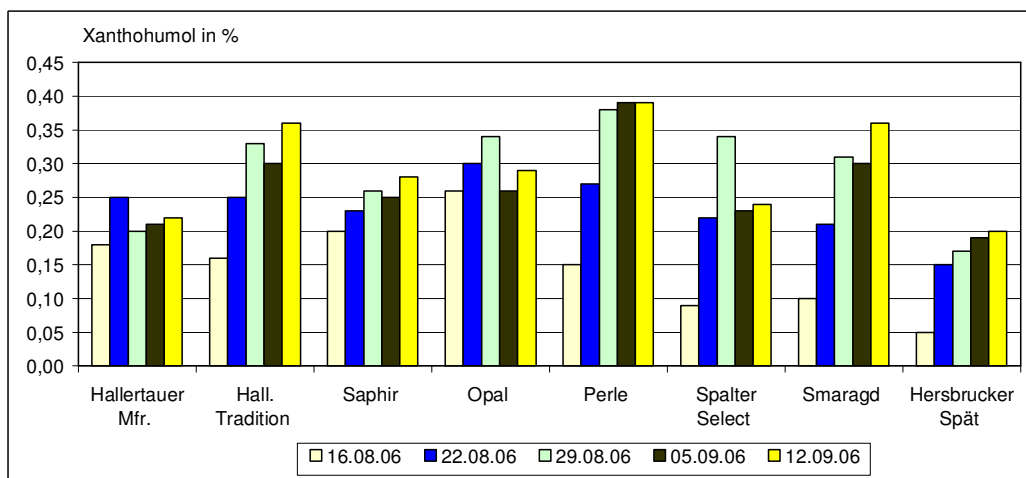


Abb. 7.6: Die Biogenese von Xanthohumol bei Aromasorten der Ernte 2006

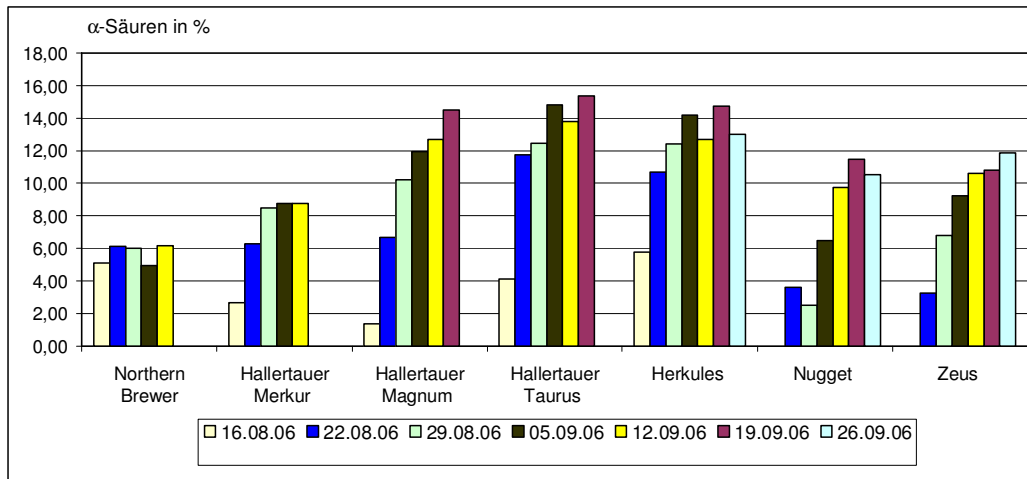


Abb. 7.7: Die Biogenese der α -Säuren bei Bittersorten der Ernte 2006

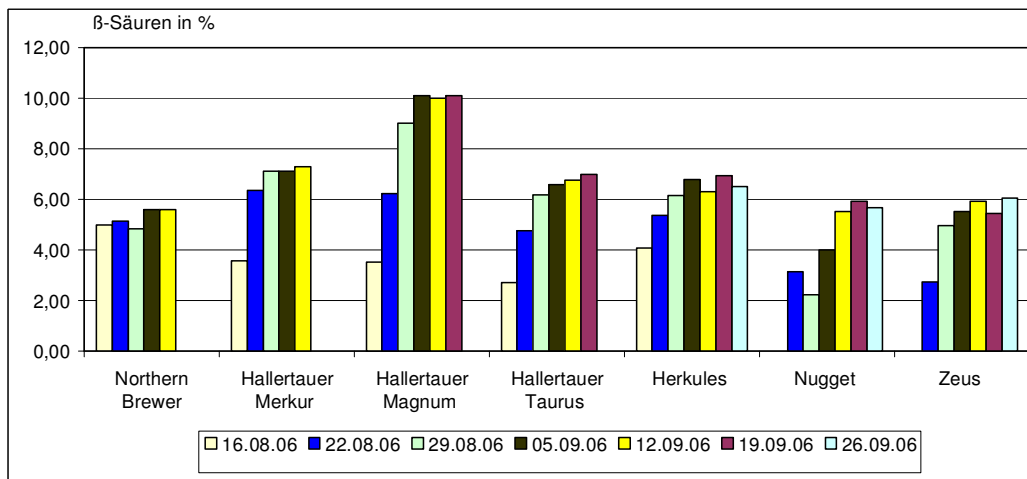


Abb. 7.8: Die Biogenese der β -Säuren bei Bittersorten der Ernte 2006

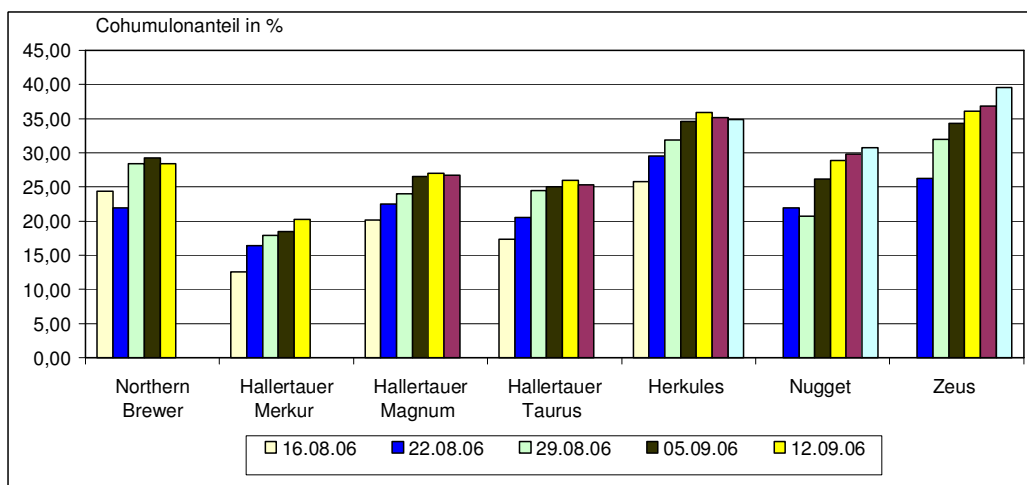


Abb. 7.9: Die Entwicklung des Cohumulonanteils bei Bittersorten der Ernte 2006

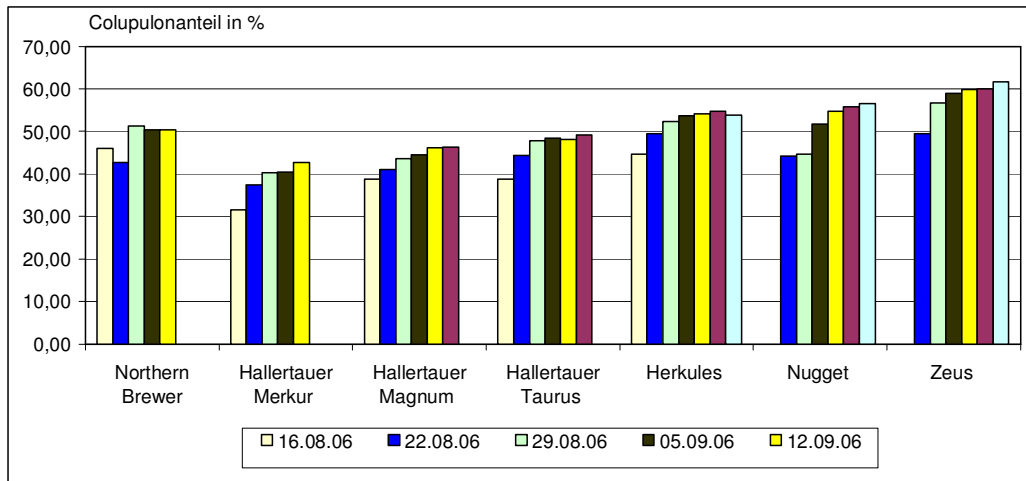


Abb. 7.10: Die Entwicklung des Colupulonanteils bei Bittersorten der Ernte 2006

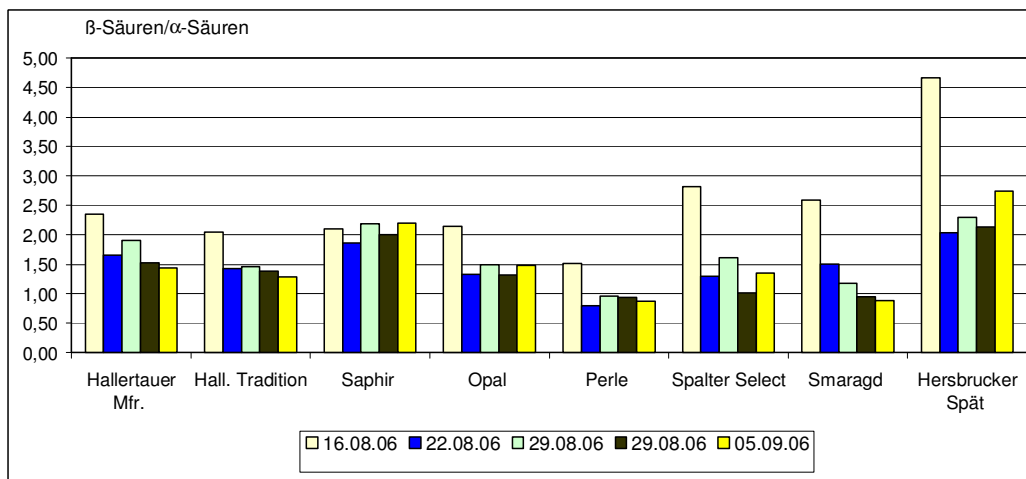


Abb. 7.11: Die Entwicklung des β -Säuren/ α -Säuren-Verhältnisses bei Bittersorten der Ernte 2006

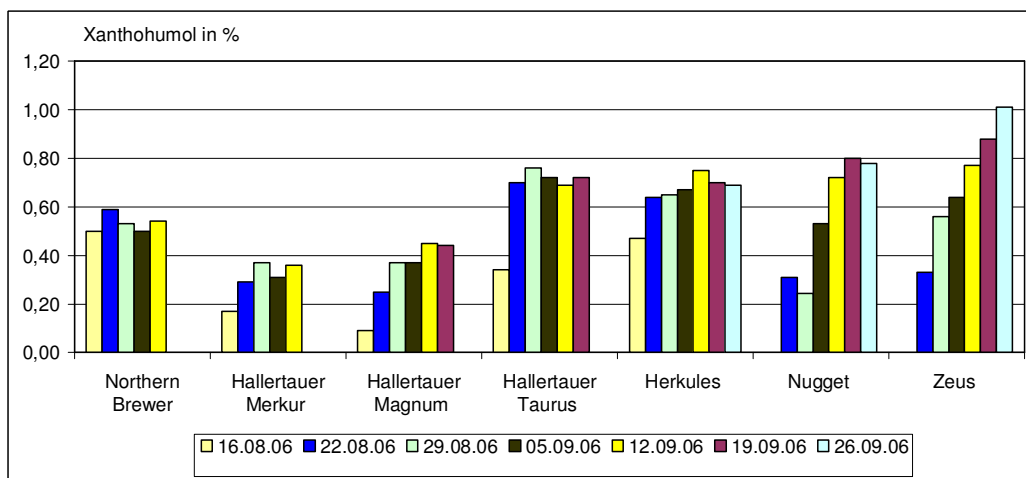


Abb. 7.12: Die Biogenese von Xanthohumol bei Aromasorten der Ernte 2006

Aus den Abbildungen ist gut ersichtlich, dass die α - und β -Säuren sowie das Xanthohumol während der Reifephase kontinuierlich ansteigen, wobei deutliche Sortenunterschiede bei den frühen und späten Sorten erkennbar sind. Auch der Cohumulon- und Colupulonanteil entwickelt sich nach oben. Als einzige Ausnahme kann die Sorte Hersbrucker Spät angesehen werden. Hier ist der Cohumulonanteil beim ersten Erntezeitpunkt am größten und wird dann kleiner. Diese Arbeiten sind ein wichtiges Hilfsmittel, um einen optimalen α -Säuregehalt zu erhalten. Die Reifung der α -Säuren ist aber auch sehr von den klimatischen Bedingungen abhängig und ändert sich von Jahr zu Jahr. Deshalb müssen jedes Jahr Untersuchungen zur Biogenese der Inhaltsstoffe des Hopfens durchgeführt werden. Im Jahr 2006 waren sowohl die α -Säuren- als auch die Xanthohumolwerte sehr niedrig. Es ist noch nicht ganz geklärt, ob bei der Biosynthese der Bitterstoffe zunächst die β -Säuren gebildet werden und aus diesen über das Desoxyhumulon die α -Säuren entstehen, oder ob der Biosyntheseweg über das Desoxyhumulon als gemeinsamer Vorstufe der α - und β -Säuren verläuft (Abbildung 7.13). Da der Quotient β -Säuren/ α -Säuren jedoch während der Reifungsphase abnimmt, ist anzunehmen, dass zuerst die β -Säuren gebildet werden und dann erst die α -Säuren. Untersuchungen über die Lupulindrüsen von Hopfenblättern bestätigen diese Annahme. Lupulindrüsen von Hopfenblättern bilden β -Säuren und α -Säuren nur in Spuren.

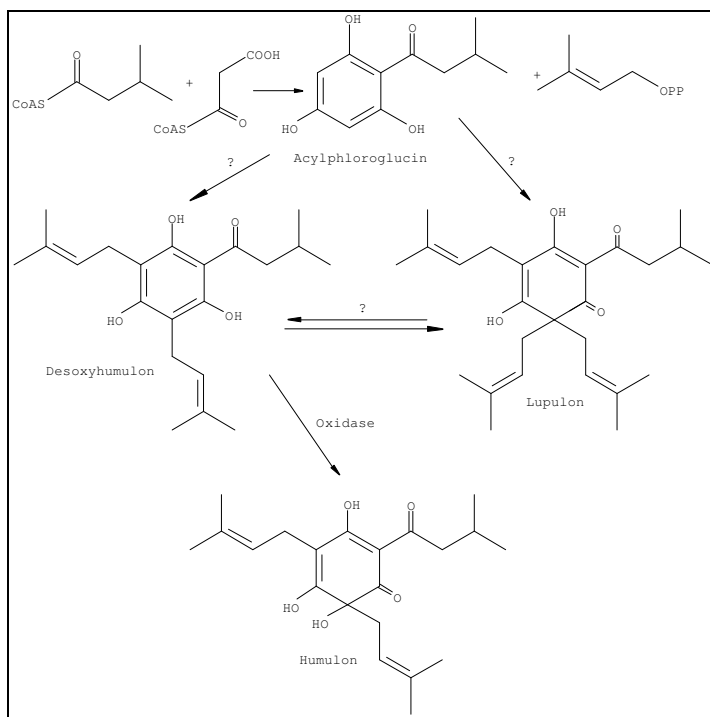


Abb. 7.13: Biosyntheseweg der Hopfenbitterstoffe

7.4 Welthopfensortiment (Ernte 2005)

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 7.3 zeigt die Ergebnisse des Erntejahrs 2005. Sie kann als Hilfsmittel dienen, um unbekannte Hopfensorten einem bestimmten Sortentyp zuzuordnen.

Tabelle 7.3: Welthopfensortiment 2005

Sorte	Myr- cen	2-M.-iso- butyrat	Sub. 14 b	Sub. 15 b	Lina- lool	Aroma- dendren	Unde- canon	Humu- len	Farne- sen	γ -Muu- rolen	β -Se- linen	α -Se- linen	Cadi- nen	Seli- nadien	Gera- niol	α -Säu- ren	β -Säu- ren	β/α	Cohu- mulon	Colu- pulon
Admiral	2809	308	0	18	26	0	6	240	7	7	3	2	15	0	2	15,4	6,9	0,45	35,7	62,5
Agnus	2178	45	1	4	7	1	2	120	0	5	5	4	12	0	1	13,1	7,6	0,58	35,1	55,4
Ahil	2771	212	19	4	9	2	5	143	48	5	6	5	12	0	0	9,6	3,9	0,40	38,8	66,5
Alliance	1071	133	3	2	21	0	4	271	5	8	3	3	16	0	0	4,7	2,5	0,53	27,6	60,8
Alpharoma	1742	115	23	7	11	0	7	239	14	8	5	3	16	0	0	12,0	4,0	0,34	25,7	54,2
Apolon	2595	75	33	6	19	1	1	140	30	5	6	4	9	0	0	8,1	4,0	0,49	33,2	56,4
Aquila	3164	53	2	82	20	25	12	13	0	9	50	54	8	67	0	5,0	3,5	0,69	53,0	74,5
Aromat	1899	28	5	6	27	0	20	283	17	8	10	13	19	0	3	4,6	4,6	1,00	29,6	48,2
Atlas	2185	510	20	5	23	2	1	117	24	6	7	5	10	0	0	6,2	3,4	0,55	45,3	65,3
Aurora	3578	124	4	28	33	0	19	261	23	14	2	2	15	0	0	8,0	4,1	0,51	23,0	51,2
Backa	559	225	3	6	14	0	6	220	8	8	2	2	16	0	0	8,7	7,0	0,80	42,2	58,9
Belgischer Spalter	1282	146	3	6	19	9	12	145	0	10	28	29	14	54	0	6,2	3,4	0,54	22,6	45,7
Blisk	1273	90	11	3	13	0	2	175	42	6	5	5	13	0	2	7,9	3,8	0,47	34,4	61,4
Boadicea	979	43	1	8	3	1	1	116	13	4	5	5	11	0	0	8,6	4,4	0,51	23,7	45,4
Bobek	5564	155	14	70	49	0	12	262	31	5	2	2	17	0	0	6,1	5,7	0,93	25,8	47,5
Bor	2197	78	2	31	9	0	5	254	0	6	3	3	14	0	1	10,8	5,0	0,47	24,2	49,5
Braustern	2622	124	3	34	9	0	5	223	0	7	2	2	14	0	0	7,8	4,8	0,61	27,3	49,9
Brewers Gold	2416	227	8	15	11	0	1	155	0	5	7	6	13	0	0	6,5	3,8	0,59	43,8	69,1
Brewers Stand	5739	472	17	24	39	14	13	50	0	50	56	47	85	57	0	5,6	4,2	0,76	32,9	54,2
Buket	1954	131	3	36	22	0	9	223	13	8	6	5	16	0	1	9,2	5,1	0,55	24,6	48,4
Bullion	1614	154	11	13	16	0	2	120	0	6	6	5	13	0	0	6,3	5,6	0,89	43,4	66,5
Cascade	2071	107	16	4	16	0	4	189	14	7	11	9	15	0	0	6,8	4,4	0,65	32,3	54,1
Chang bei 1	1187	19	5	3	28	0	12	171	9	8	19	17	15	21	0	4,8	4,3	0,89	30,3	47,3
Chang bei 2	1189	11	5	3	29	0	13	197	10	9	17	16	16	22	0	3,7	4,7	1,26	23,0	46,4
College Cluster	675	142	17	6	6	0	3	126	0	4	5	4	9	0	1	8,9	3,0	0,34	21,4	45,0

Fortsetzung Tabelle 7.3

Sorte	Myr- cen	2-M.-iso- butyrat	Sub. 14 b	Sub. 15 b	Lina- lool	Aroma- dendren	Unde- canon	Humu- len	Farne- sen	γ -Muu- rolen	β -Se- linen	α -Se- linen	Cadi- nen	Seli- nadien	Gera- niol	α -Säu- ren	β -Säu- ren	β/α	Cohu- mulon	Colu- pulon
Columbia	514	48	20	2	18	0	4	250	0	11	22	19	21	0	0	5,7	6,3	1,11	22,7	42,0
Columbus	2620	139	8	5	8	0	1	149	0	13	11	10	31	9	0	9,8	4,6	0,47	38,8	61,7
Comet	1742	37	5	19	10	0	2	6	0	2	31	36	5	12	0	8,2	4,1	0,50	42,3	62,9
Crystal	590	9	0	4	21	26	9	150	0	10	34	36	14	56	0	3,8	6,6	1,74	20,5	40,6
Density	1090	108	4	0	38	0	10	220	0	7	0	0	14	0	0	4,3	3,4	0,78	41,1	63,4
Diva	2609	31	4	14	20	0	11	266	11	17	119	143	22	0	0	6,3	6,2	0,98	24,5	49,8
Early Choice	2175	150	0	19	12	0	6	215	0	7	55	60	15	0	0	3,4	2,0	0,60	34,1	64,0
Eastern Gold	1258	1	1	3	10	0	5	165	8	18	9	8	35	9	0	12,4	5,5	0,44	27,6	52,5
Eastwell Golding	1262	87	2	7	16	0	4	279	0	8	3	2	16	0	0	5,5	3,7	0,67	23,8	50,7
Emerald	593	28	5	7	7	0	5	272	0	8	4	3	16	0	1	7,0	4,3	0,61	25,3	50,1
Eroica	3357	311	30	96	7	8	4	121	0	5	7	7	11	0	0	9,4	7,9	0,84	41,9	63,2
Estera	1106	140	2	5	16	0	7	243	9	7	3	2	14	0	0	4,1	3,1	0,74	25,6	49,3
First Gold	1971	171	1	6	18	2	8	241	9	8	100	120	20	0	2	8,8	4,2	0,48	29,8	54,6
Fuggle	1386	126	2	5	12	0	6	251	9	10	3	2	15	0	0	5,6	4,0	0,72	26,7	47,5
Galena	3343	340	26	93	6	5	4	175	0	6	7	6	15	0	0	8,8	7,1	0,80	39,8	62,9
Ging Dao Do Hua	1610	427	3	3	23	0	8	173	0	16	48	49	31	0	0	4,9	5,6	1,13	44,1	66,2
Glacier	2702	22	6	5	27	0	7	286	0	7	3	3	17	0	0	7,4	9,2	1,23	14,0	41,2
Golden Star	2310	526	3	3	23	0	6	167	0	16	42	44	30	0	0	4,3	5,0	1,16	46,5	68,4
Granit	1120	75	5	8	5	2	13	171	0	5	7	6	11	0	1	7,6	5,2	0,68	25,5	46,1
Green Bullet	1695	18	13	4	13	0	7	180	0	5	0	0	11	0	0	6,3	3,9	0,61	40,5	67,7
Hallertauer Gold	881	36	26	4	16	0	5	252	0	7	3	3	15	0	0	6,8	5,0	0,73	17,6	42,4
Hallertauer Magnum	6703	120	29	28	8	1	2	271	0	5	2	2	13	0	0	15,1	7,7	0,51	28,6	50,0
Hallertauer Merkur	2679	103	12	8	14	2	5	258	0	12	3	3	15	0	1	14,3	6,4	0,45	18,4	44,7
Hallertauer Mfr.	315	20	2	0	10	0	5	300	0	14	4	3	17	0	0	4,1	6,0	1,45	18,6	37,8
Hallertauer Taurus	11501	225	18	22	43	0	8	266	0	7	71	92	20	0	0	17,0	6,3	0,37	23,2	47,4

Fortsetzung Tabelle 7.3

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15 b	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	γ -Muu-rolen	β -Se-linen	α -Se-linen	Cadi-nen	Seli-nadien	Gera-niol	α -Säu-ren	β -Säu-ren	β/α	Cohu-mulon	Colu-pulon
Hallertauer Tradition	1476	72	11	3	21	0	5	298	0	13	3	3	15	0	0	6,0	5,6	0,92	22,6	46,0
Herald	4049	297	2	106	8	3	14	210	0	11	33	43	14	0	0	10,3	4,8	0,47	36,8	60,8
Herkules	7335	223	57	77	10	0	5	254	0	5	2	2	14	0	0	17,5	6,2	0,35	30,9	58,7
Hersbrucker Pure	1388	68	3	7	27	11	13	208	0	18	31	34	17	51	0	5,1	3,3	0,65	22,3	43,7
Hersbrucker Spät	839	16	5	4	28	35	12	178	0	25	45	50	17	60	0	3,1	5,4	1,71	20,5	40,4
Horizon	2962	115	6	24	27	2	7	103	7	3	9	9	6	0	0	10,4	6,1	0,59	23,0	49,4
Hüller	695	73	18	2	23	9	6	124	0	42	43	39	70	59	0	4,3	4,3	0,99	29,8	49,3
Hüller Anfang	342	53	7	0	11	0	5	307	0	9	5	5	17	0	0	3,8	5,4	1,42	19,9	44,0
Hüller Aroma	741	65	5	0	20	0	7	340	0	10	4	2	19	0	0	4,7	5,0	1,06	27,2	49,6
Hüller Fortschritt	1442	68	13	0	25	0	10	310	0	9	3	2	17	0	0	4,2	4,9	1,17	29,3	49,8
Hüller Start	556	46	2	3	9	0	11	353	0	12	5	4	21	0	0	3,5	4,5	1,31	27,6	47,3
Japan C 730	1141	1	13	25	18	0	11	93	24	5	6	4	7	0	0	4,8	2,4	0,50	35,5	54,5
Japan C 827	678	7	9	0	9	0	4	254	10	6	2	2	15	23	0	7,4	2,5	0,33	24,5	53,0
Japan C 845	948	12	4	11	5	0	2	268	19	7	3	2	16	0	1	9,3	4,2	0,45	26,2	46,2
Kirin 1	1570	469	2	2	23	0	6	188	0	19	45	46	35	0	0	3,7	4,6	1,23	45,9	69,0
Kirin 2	2107	586	3	4	24	0	6	186	0	21	53	55	38	0	0	4,2	4,7	1,14	47,3	69,2
Kitomidori	745	8	2	7	4	0	2	256	14	7	3	2	16	0	1	8,1	3,7	0,46	27,9	46,6
Kumir	2629	103	3	15	20	2	7	256	6	6	3	2	14	0	1	11,8	5,7	0,48	23,9	46,3
Late Cluster	13744	707	20	54	50	20	18	47	14	69	61	50	137	73	0	5,6	4,6	0,82	33,3	54,1
Liberty	456	29	2	7	14	5	7	250	0	10	10	8	18	12	1	5,6	4,3	0,78	26,3	48,3
Lubelski	2655	9	5	5	23	0	14	290	26	8	3	2	16	0	0	5,4	6,3	1,15	30,4	47,3
Malling	1500	163	0	4	26	0	8	234	8	8	4	3	15	3	0	3,5	2,4	0,67	29,0	51,4
Marynka	2131	227	3	22	11	6	5	128	41	5	5	4	12	0	0	7,7	3,7	0,48	19,8	44,7
Mt. Hood	229	20	9	2	7	0	3	266	0	11	4	3	18	0	0	5,3	7,3	1,39	26,6	45,1

Fortsetzung Tabelle 7.3

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15 b	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	γ -Murolen	β -Selinen	α -Selinen	Cadinen	Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/α	Columulon	Colupulon
Neoplanta	1282	77	2	17	7	0	4	208	12	7	3	2	15	0	1	8,4	4,7	0,56	35,7	61,4
Northern Brewer	2668	88	2	37	6	0	4	250	0	7	3	2	14	0	0	9,0	5,9	0,66	26,3	48,6
Nugget	1524	51	2	10	9	1	2	153	0	5	6	6	10	0	0	11,9	5,2	0,44	29,5	56,3
Olympic	1352	50	2	10	11	2	4	152	0	4	6	6	10	0	0	11,6	4,6	0,40	28,2	55,5
Omega	1865	280	15	9	17	0	4	242	0	6	51	63	16	0	1	7,2	3,7	0,52	23,9	49,8
Opal	4106	42	15	25	26	2	6	238	0	10	4	2	15	14	0	8,2	7,1	0,87	13,6	32,9
Orion	700	60	5	4	13	0	3	219	0	8	3	2	15	0	1	8,3	5,1	0,61	29,0	52,7
OT 48	1564	108	5	0	43	0	11	197	0	6	0	0	12	0	0	4,3	3,4	0,79	40,3	62,4
Pacific Gem.	3282	155	17	18	14	0	10	188	0	6	0	2	12	0	0	10,2	6,1	0,59	37,8	65,8
PCU 280	2177	77	1	18	5	0	3	254	0	7	3	3	13	0	0	9,5	4,5	0,47	28,3	53,5
Perle	1219	34	1	17	4	0	3	255	0	8	3	3	14	0	0	8,2	5,0	0,61	29,4	54,6
Phoenix	1885	156	2	8	5	0	6	252	8	10	52	61	16	0	0	11,2	6,3	0,57	26,3	51,1
Pilgrim	5097	331	2	71	10	2	14	270	0	4	72	94	19	0	0	8,2	4,0	0,49	35,3	60,9
Pilot	11533	870	32	147	79	22	57	121	0	11	624	762	46	0	0	8,9	4,5	0,50	36,8	59,7
Pioneer	2735	199	2	122	7	3	19	224	0	5	36	40	16	0	0	10,2	4,6	0,45	34,8	60,3
Premiant	3078	80	3	14	16	2	6	258	10	6	3	2	14	0	0	11,5	6,1	0,53	23,1	47,9
Pride of Kent	1092	33	0	4	25	0	6	257	0	8	4	3	15	0	1	6,2	3,0	0,49	30,4	58,2
Pride of Ringwood	1319	19	2	1	7	0	8	10	0	6	63	73	11	0	0	10,0	4,9	0,49	31,4	56,7
Saazer	1945	0	4	5	26	0	17	304	19	21	6	2	18	0	0	4,2	4,8	1,13	25,3	43,8
Saphir	4730	75	5	30	37	11	20	189	0	15	17	19	13	23	0	3,7	7,6	2,05	12,0	43,8
Serebrianker	673	126	3	4	27	0	5	164	0	12	47	45	20	0	0	2,1	4,3	2,02	32,5	44,8
Sladek	2215	90	3	11	19	2	7	263	6	7	3	3	15	0	1	12,3	5,8	0,47	24,4	46,9
Smaragd	1478	7	13	11	22	0	5	278	0	9	4	3	17	21	0	7,4	5,8	0,78	13,3	32,4
Spalter	2343	0	4	6	31	0	20	303	20	20	2	2	19	0	0	4,6	6,2	1,34	23,6	43,4

Fortsetzung Tabelle 7.3

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15 b	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	γ -Muu-rolen	β -Selinen	α -Selinen	Cadinen	Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/α	Columulon	Columulon
Spalter Select	3419	91	26	8	81	13	15	219	21	8	28	30	17	43	0	4,2	4,4	1,07	23,5	45,6
Sterling	1338	73	3	13	14	2	3	145	0	5	6	6	10	0	0	10,0	4,7	0,47	27,6	53,7
Sticklebract	4159	161	23	12	10	0	8	123	23	4	32	38	10	0	0	13,7	6,6	0,48	37,9	64,0
Strisselspalter	1095	19	4	8	24	29	10	177	0	23	39	43	16	56	0	4,1	6,8	1,66	18,8	38,1
Südafrika	1480	39	0	2	5	0	5	216	0	9	59	63	18	0	1	5,5	4,9	0,90	33,3	52,4
Super Alpha	3536	73	38	17	26	0	10	238	0	7	3	2	14	0	0	12,6	6,7	0,53	34,9	58,7
Talisman	2484	136	2	40	8	0	4	236	0	7	3	2	14	0	0	12,3	6,5	0,53	30,0	52,7
Tettnanger	2022	3	3	6	26	0	17	298	18	18	3	2	19	0	0	4,5	6,2	1,38	22,7	42,0
Toyomidori	2283	182	11	62	14	0	10	161	0	17	9	8	32	9	0	10,5	4,5	0,42	40,7	69,3
Ultra	153	22	2	0	14	0	3	323	0	12	6	5	21	0	1	2,8	4,3	1,55	23,8	45,8
Urozani	2854	3	0	3	51	0	10	166	26	7	13	13	13	22	0	3,3	4,9	1,47	27,9	46,1
USDA 21055	4722	377	3	160	10	0	2	94	48	5	17	19	12	1	0	9,8	4,9	0,50	48,2	71,1
Vojvodina	2285	76	3	21	12	0	6	223	6	7	2	2	14	0	0	7,1	3,9	0,55	28,2	53,7
WFG	1601	4	5	4	31	0	17	188	7	6	0	0	13	0	0	5,8	5,0	0,87	25,4	45,0
Willamette	1307	153	0	4	12	0	3	237	10	9	3	2	14	0	0	4,9	4,3	0,86	34,5	54,5
Wye Challenger	4296	271	5	42	28	0	12	264	6	6	58	67	18	0	0	5,3	4,4	0,82	24,3	47,4
Wye Northdown	1897	72	3	21	9	0	5	241	0	7	3	2	13	0	0	8,2	5,3	0,65	28,0	49,5
Wye Target	3658	158	5	16	20	3	8	150	0	11	8	8	29	6	0	11,6	6,6	0,57	33,7	56,4
Wye Viking	3527	135	6	30	16	0	18	179	46	6	34	37	14	0	0	7,9	5,0	0,63	25,7	42,6
Yeoman	3171	291	12	17	10	0	3	211	0	6	40	40	16	0	2	13,2	6,0	0,45	28,2	50,4
Zatecki	1064	145	1	7	21	0	6	228	7	8	4	2	15	0	0	4,4	3,3	0,75	25,5	48,0
Zenith	1341	83	2	9	18	1	6	239	0	8	75	91	19	0	0	9,3	3,7	0,40	24,2	50,3
Zeus	2176	125	7	5	6	0	1	141	0	18	11	10	38	10	0	9,8	4,2	0,43	37,4	60,8
Zitic	1755	1	2	9	8	3	7	258	6	6	2	2	14	0	2	8,6	6,2	0,72	23,7	45,5

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

7.5 Ringanalysen zur Ernte 2006

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 2006 hatte die Arbeitsgruppe IPZ 5d wieder die Aufgabe Ringanalysen zu organisieren und auszuwerten, um die Qualität der α -Säureanalysen sicherzustellen.

Im Jahr 2006 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 12. September 2006 gestartet und am 10. November 2006 beendet, da in dieser Zeit der Großteil der Hopfenpartien in den Laboratorien untersucht wurde. Das Probenmaterial wurde dankenswerterweise von Herrn Hörmannspeger (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 2006 wurden insgesamt 34 Proben analysiert. Die Abbildung 7.14 zeigt die Sortenzusammensetzung.

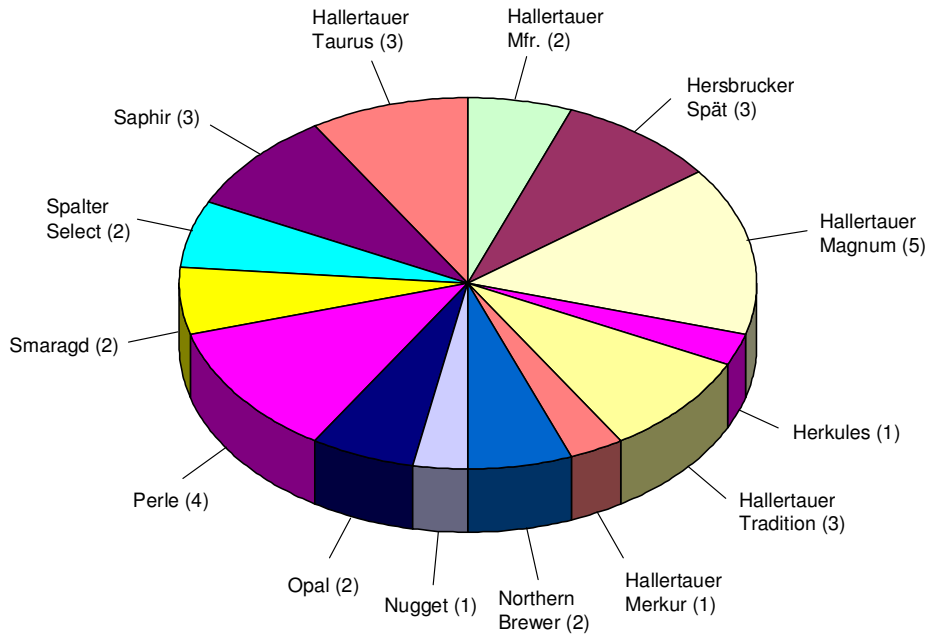


Abb. 7.14: Sortenzusammensetzung der Ringanalyse 2006

Die Auswertungen wurden so schnell wie möglich an die einzelnen Laboratorien weitergegeben. Die Abbildung 7.15 zeigt als Beispiel einer Auswertung den Ringversuch mit der kleinsten Streuung.

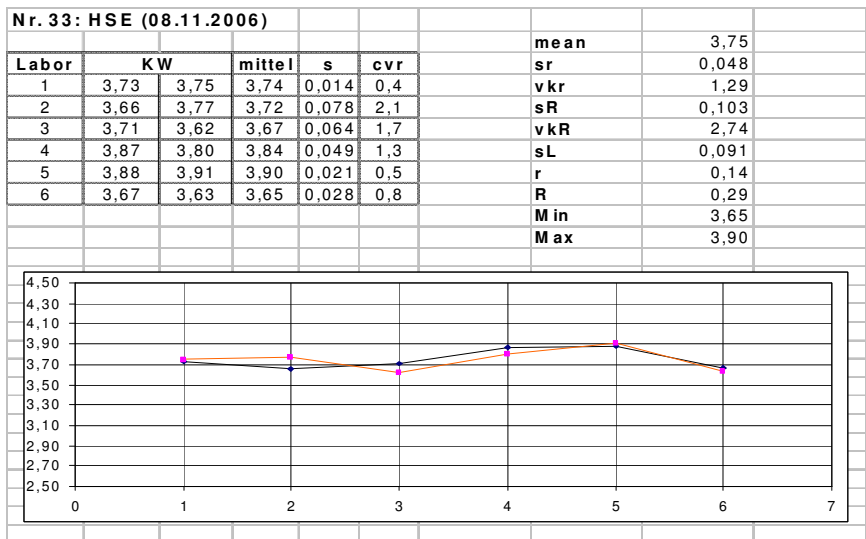


Abb. 7.15: Ringanalyse mit der kleinsten Streuung

Als Ausreißertest zwischen den Laboratorien wurde nach DIN ISO 5725 der Grubbs-Test gerechnet. Im Jahr 2006 wurden 4 Ausreißer erkannt. Die Tabelle 7.4 zeigt die aus der Me-

thodensammlung 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 2006.

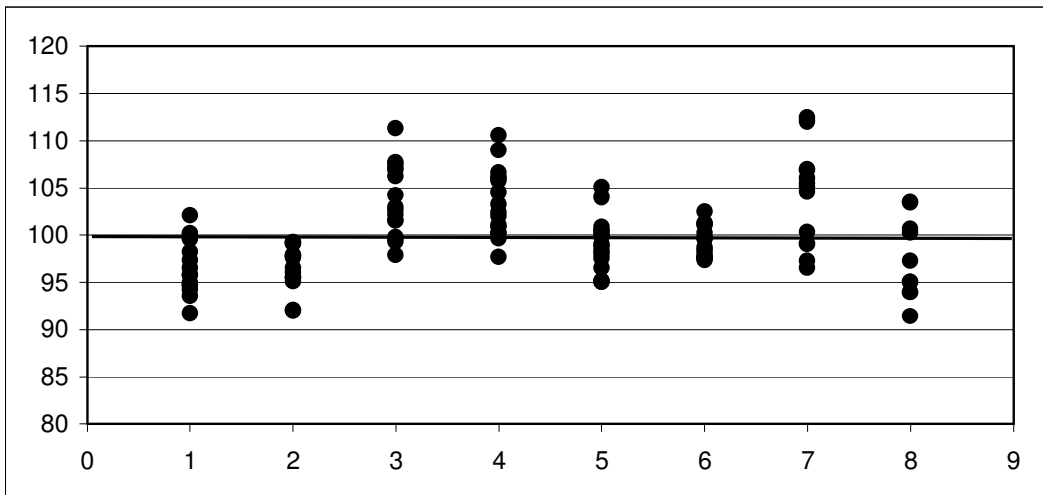
Tabelle 7.4: Toleranzgrenzen der Methode EBC 7.4 und deren Überschreitungen in den Jahren 2000 bis 2006

	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

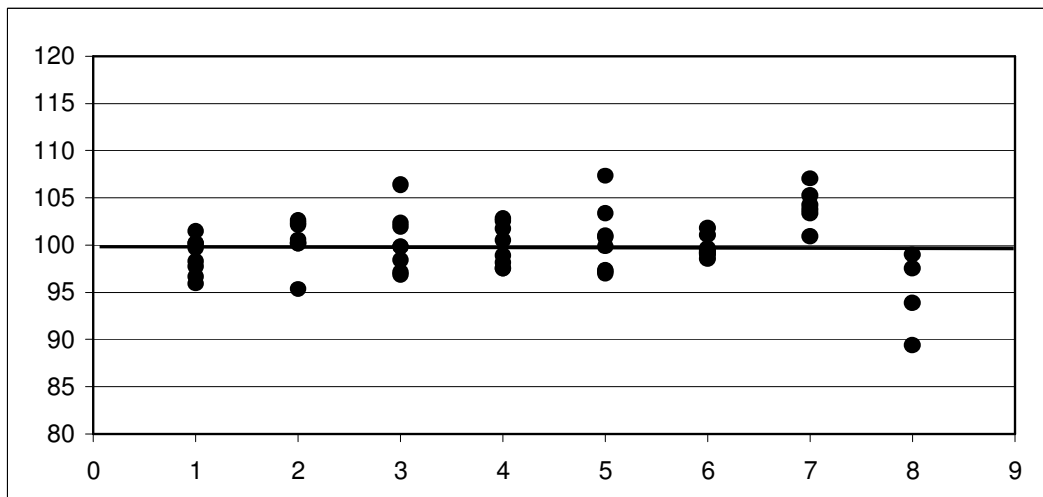
Im Jahr 2006 gab es insgesamt 3 Überschreitungen der zugelassenen Toleranzgrenzen.

In Abbildung 7.16 sind alle Analysenergebnisse 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 \geq 5 % und < 10 %



Proben mit α -Säuregehalten \geq 10 %

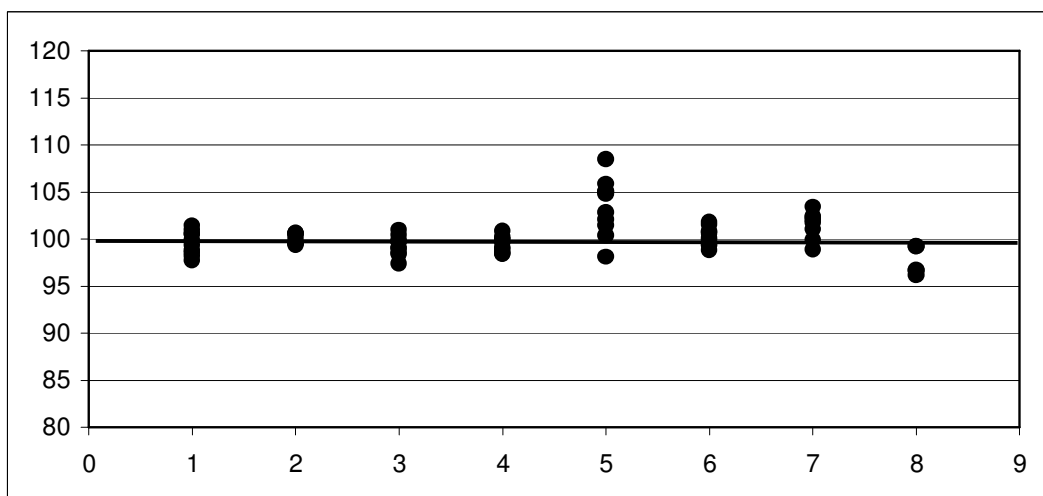


Abb. 7.16: Analysenergebnisse der Laboratorien relativ zum Mittelwert

7.6 Entwicklung einer NIR (Nahinfrarot Reflektionsspektroskopie)-Kalibrierung basierend auf HPLC (Hochauflösende Flüssigchromatographie)

In Hüll werden pro Jahr ca. 2000 Zuchtstämme auf ihren α -Säuregehalt untersucht, auch gibt es immer mehr Hopfenlieferungsverträge, bei denen der α -Säuregehalt Berücksichtigung findet. Deshalb wird in der Hallertau seit dem Jahr 2000 von Hüll und den Laboratorien der Hopfenverarbeitungsfirmen eine NIR-Kalibrierung basierend auf HPLC-Daten entwickelt, um die steigende Anzahl nasschemischer Untersuchungen durch eine billige Schnellmethode zu ersetzen. Ziel dabei ist, die NIR-Methode so zu verbessern, dass eine für die Praxis akzeptierbare Reproduzierbarkeit erreicht werden kann. Zum Aufbau und zur Überprüfung der Kalibrierung werden die Proben des Ringversuchs (siehe Punkt 7.5) genutzt. Es wird jeweils mittels NIR und HPLC gemessen.

Die Abbildungen 7.17 und 7.18 zeigen die Mittelwerte der α -Säuregehalte und die durchschnittlichen r- und R-Werte der beiden Analysenmethoden im Vergleich (Ringversuch 2006). In Abbildung 7.17 werden die HPLC-Werte auf 100 % gesetzt und die NIR-Werte sind relativ dazu dargestellt. Für die Beurteilung einer Analysenmethode sind jedoch die Wiederholbarkeit (r) und die Reproduzierbarkeit (R) entscheidend. Die Wiederholbarkeit (r) kann so interpretiert werden, dass die Differenz zwischen zwei Messwerten unter den Bedingungen der minimalsten Variabilität (gleiches Labor, gleiches Messgerät, gleiches Personal) mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % nicht größer als r ist. Die Reproduzierbarkeit (R) bezieht sich auf die maximalste Variabilität, also unterschiedliche Laboratorien, unterschiedliche Messgeräte, unterschiedliches Personal.

Die Mittelwerte sind gut vergleichbar. Die Abbildung 7.18 zeigt aber deutlich, dass besonders die Reproduzierbarkeit bei der NIR-Methode schlechter ist als bei der HPLC-Methode. Es gibt also eine relativ große Streuung zwischen den Laboratorien. An einer Verbesserung muss noch gearbeitet werden. Die NIR-Kalibrierung wird jedes Jahr durch Anfügen neuer Datensätze erweitert. Von der AHA (Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik) wird entschieden, wann die Reproduzierbarkeit gut genug ist, um die Kalibrierung für die Praxis freizugeben.

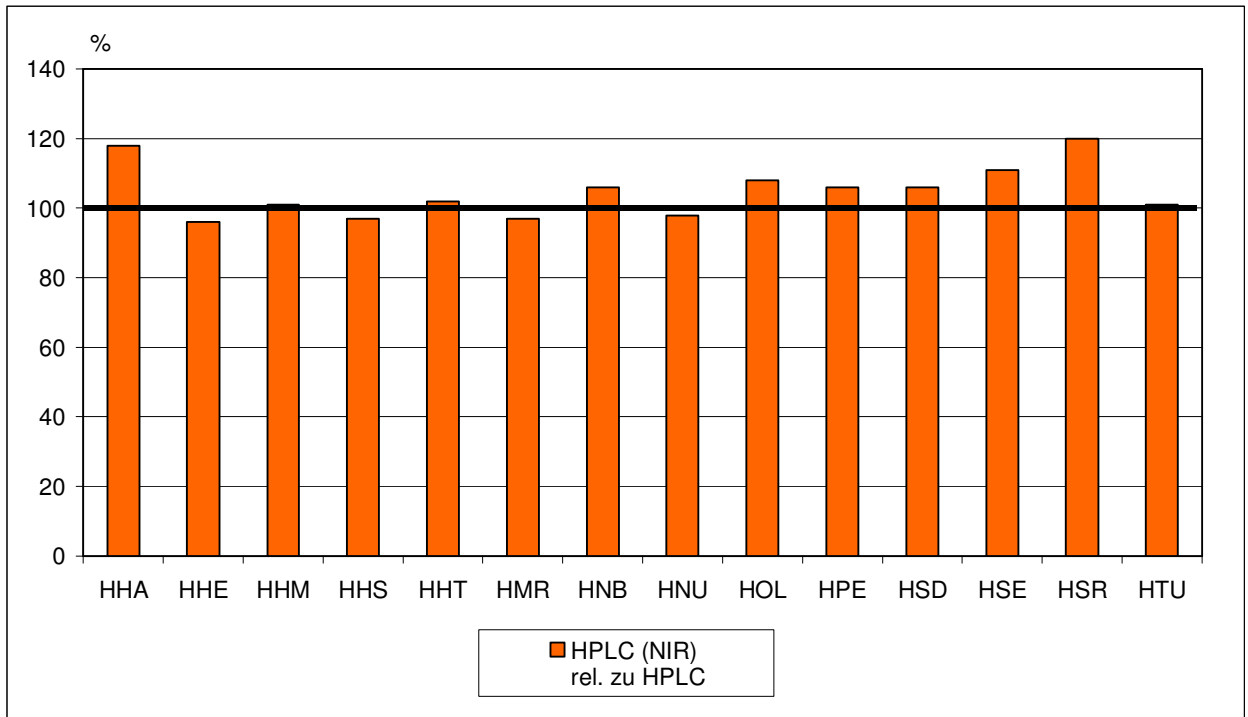


Abb. 7.17: Vergleich Mittelwerte α -Säuren, HPLC-NIR, Ringversuch 2006

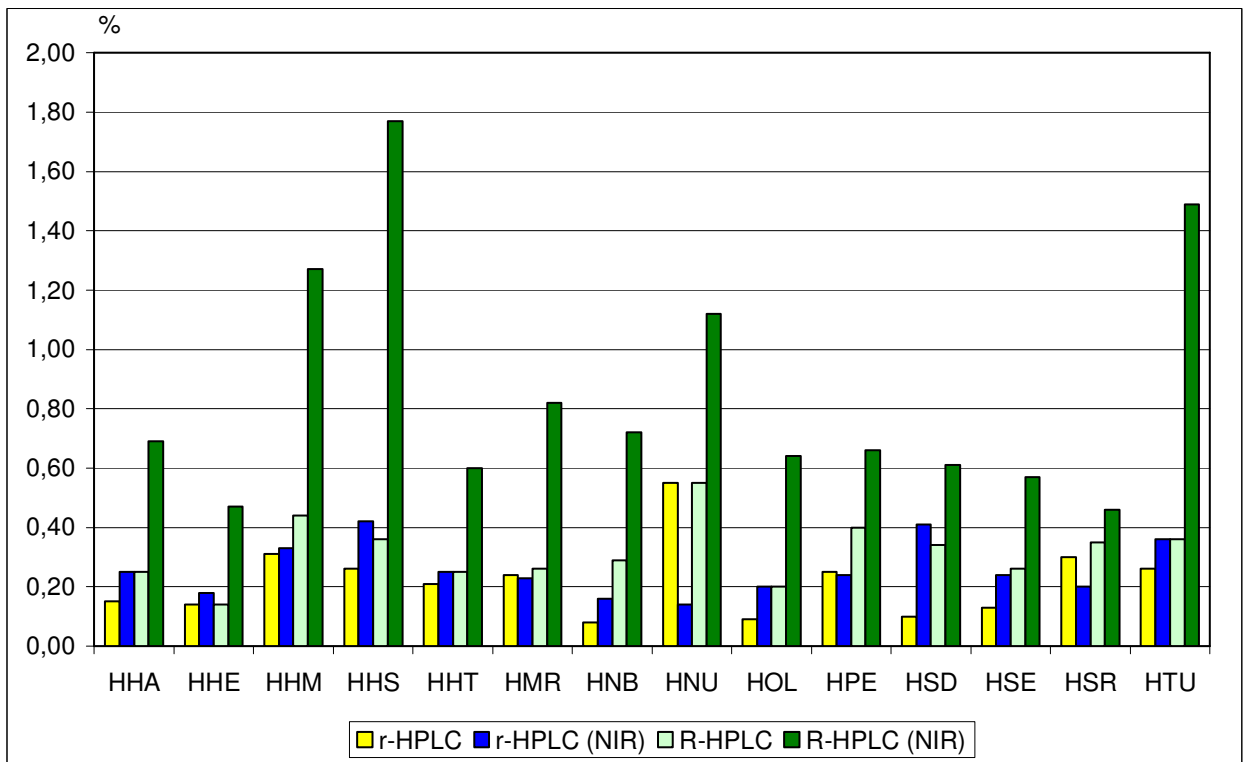


Abb. 7.18: Vergleich Mittelwerte r/R, HPLC-NIR, Ringversuch 2006

7.7 Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen der Ernte 2006

Die jährlichen Kontrollen auf Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen geben einen sehr guten Überblick über die tatsächliche Situation hinsichtlich des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln. Auch 2006 kann festgestellt werden, dass Hopfen frei ist von schädigenden Rückständen aus Pflanzenschutzmitteln.

Mit der Zulassung neuer Produkte zur Bekämpfung des Falschen Mehltaus (*Peronospora*) verteilt sich das Anwendungsspektrum. Obwohl 2006 in der zweiten Augushälfte noch zwei Spritzaufufe notwendig waren, sind nur wenige Wirkstoffe gegen diese Krankheit in geringen Mengen festzustellen. Von Wirkstoffen zur Bekämpfung der Hopfenschädlinge wurden keine Rückstände festgestellt.

Auf Grund der hohen Kosten für die Gesamtanalyse (ca. 850,- € 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 55 verschiedene Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe analysiert. Zusätzlich zu den derzeit zugelassenen Wirkstoffen wird auf früher zugelassene und weitere aus anderen Kulturen (z.B. Wein) bekannte Wirkstoffe untersucht und kontrolliert.

Tabelle 7.5: Untersuchungen auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln – Ernte 2006

Wirkstoffe geordnet nach Schaderreger	zulässige Höchstmenge ppm	Milligramm pro Kilogramm = ppm					
		R 1/06 HA	R 2/06 PE	R 3/06 TU	R 4/06 HT	R 5/06 SE	R 6/06 HM
Peronospora							
Azoxystrobin	20,0	0,27	n.n.	0,10 u.B.	0,12	n.n.	1,1
Captafol	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Captan	120,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Cymoxanil	2,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dimetomorph	50,0	0,36	1,1	0,40	0,11	0,48	n.n.
Dithiocarbamate	25,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fentin-acetat	0,5	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Folpet	120,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	7,2
Fosethyl	100,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Kupferverbindungen	1000,0	300,0	111,0	123,0	272,0	78,9	9,6
Metalaxyl	10,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Fortsetzung Tabelle 7.5

Wirkstoffe geordnet nach Schaderreger	zulässige Höchst- ppm	Milligramm pro Kilogramm = ppm					
		R 1/06 HA	R 2/06 PE	R 3/06 TU	R 4/06 HT	R 5/06 SE	R 6/06 HM
Phosphorige Säure	*)	13,3	n.n.	n.n.	5,4	n.n.	14,3
Tolyfluanid	30,0	3,1	4,1	n.n.	n.n.	2,9	n.n.
Mehltau							
Fenarimol	5,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fenpropymorph	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Myclobutanil	2,0	n.n.	n.n.	0,25	0,17	n.n.	0,49
Quinoxifen	1,0	0,14	n.n.	n.n.	n.n.	0,38	n.n.
Triadimefon	10,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Triadimenol	10,0	n.n.	< 0,10 u.B	n.n.	n.n.	n.n.	0,53
Trifloxystrobin	30,0	2,1	2,5	1,60	2,3	0,87	n.n.
Botrytis							
Dichlofluanid	150,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Procymidon	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Vinclozolin	40,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Blattlaus							
Bifenthrin	10,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
3-Hydroxy-Carbofuran	10,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Cyfluthrin	20,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Lambda-Cyhalothrin	10,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Cypermethrin	30,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Deltamethrin	5,0	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.
Endosulfan	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Imidacloprid	2,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Mevinphos	0,5	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Omethoat	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Parathion-methyl	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Permethrin	0,1	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	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pymetrozin	5,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Gemeine Spinnmilbe							
Abamectin	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Amitraz	20,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Azocyclotin/Cyhexatin	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Brompropylat	5,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dicofol	50,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fenpyroximate	10,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Fortsetzung Tabelle 7.5

Wirkstoffe geordnet nach Schaderreger	zulässige Höchstmenge ppm	Milligramm pro Kilogramm = ppm					
		R 1/06 HA	R 2/06 PE	R 3/06 TU	R 4/06 HT	R 5/06 SE	R 6/06 HM
Hexythiazox	3,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Propargit	30,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Liebstocklerüssler							
Acephat	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Carbofuran	10,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Methamidophos	0,5	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Methidathion	3,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Herbizide							
Cinidon-ethyl	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fluazifop-butyl	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Monolinuron	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

n.n. = nicht nachweisbar; u.B. = unter der Bestimmungsgrenze

*) = keine Rückstandshöchstmenge festgesetzt

HA = Hallertauer Mittelfrüher HT = Hallertauer Tradition

PE = Perle SE = Spalter Select

TU = Hallertauer Taurus HM = Hallertauer Magnum

Tabelle 7.6: Rückstandssituation bei Hopfen der Ernte 2006

Wirkstoff (Handelsname)	Häufigkeit n = 6	ppm min.-max.	ppm Höchstmenge	ppm US Toleranz
Azoxystrobin (Ortiva)	4	< 0,10 – 1,2	20	20
Dimetomorph (Forum)	5	0,11 – 1,1	50	60
Folpet (Folpan WDG)	1	7,2	120	120
Kupferverbindungen	6	9,6 – 300,0	1000	ex.
Myclobutanil (Systhane 20 EW)	3	0,17 – 0,49	2,0	5,0
Phosphorige Säure	3	5,4 – 14,3	*	*
Quinoxifen (Fortress 250)	2	0,14 – 0,38	1	3
Tolyfluanid (Euparen WG)	3	2,9 – 4,1	30	30
Triadimenol (Bayfidan)	2	< 0,10 – 0,53	10	-
Trifloxystrobin (Flint)	5	0,87 – 2,5	30	11

* = keine Rückstandshöchstmenge festgesetzt; ex. = exempt

7.7.1 Beurteilung der Ergebnisse

Wie in den zurückliegenden Jahren wurden nur wenige Wirkstoffe nachgewiesen. Die Werte liegen in allen Fällen deutlich unter den gesetzlich zugelassenen Höchstmengen nach der Rückstandshöchstmengen-Verordnung in der jeweils gültigen Fassung. Im Hopfen nicht zugelassene Pflanzenschutzmittel wurden in keinem Fall festgestellt

7.7.2 Zusammenfassung

Das Langzeitprogramm zur Feststellung von Pflanzenschutzmittelrückständen im Hopfen bestätigt auch in diesem Jahr, dass Hopfen frei von schädlichen Rückständen ist. Es besteht keinerlei Verdacht von Überschreitung der gesetzlich vorgegebenen Höchstmengen. Eine negative Auswirkung von Pflanzenschutzmittel auf das Bier 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)	54
davon Beanstandungen	0

8 Veröffentlichung und Fachinformationen

8.1 Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit

	Anzahl		Anzahl
Praxisinformationen und Wissenschaftliche Publikationen	40	Vorträge	95
LfL-Schriften	6	Führungen	86
Pressemitteilungen	1	Ausstellungen	4
Beiträge in Rundfunk und Fernsehen	4	Aus- und Fortbildung	13
Organisation von Fachveranstaltungen, Seminaren und Kolloquien	3	Diplomarbeiten	4
Mitarbeit in Arbeitsgruppen	18	Dissertation	1
Ausländische Gäste	196		

8.2 Veröffentlichungen

8.2.1 Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge

Engelhard, B.; Eicheldinger, R.; Meyr, G. (2006): Pflanzenschutz 2006 – Die langfristige Lösung noch bestehender Probleme ist erklärtes Ziel aller Beteiligten. Hopfen-Rundschau 5, 115.

Kammhuber, K. (2006): Quercetin und Kaempferol, zwei im Hopfen vorkommende Flavonoide mit positiven Eigenschaften für die Gesundheit, Hopfen-Rundschau International 2006, 52-55.

Niedermeier, E. (2006): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschau 57 (6), 147.

Niedermeier, E. (2006): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschau 57 (7), 172-173.

Niedermeier, E. (2006): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschau 57 (8), 197.

Niedermeier, E. (2006): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschau 57 (9), 220.

Niedermeier, E. (2006): Versuche mit stabilisiertem Ammonium-Stickstoff (ENTEC) im Hopfen. Hopfen Rundschau 57 (6), 142-143.

Portner, J. (2006): „Spritzen-TÜV“ für Gebläsespritzen nicht vergessen. Hopfen Rundschau 57 (3), 71.

Portner, J. (2006): Abspritzgeräte und Unterstockspritzgestänge unterliegen der Prüfpflicht. Hopfen Rundschau 57 (3), 70.

Portner, J. (2006): Aktuelle Hopfenbauhinweise. Hopfenbau-Ringfax Nr. 1; 3; 5; 6; 8; 11; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 22; 23; 24; 25; 26; 28; 29; 30; 31; 33; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 42; 44; 47; 48; 51; 53; 54

Portner, J. (2006): Bekämpfung von Wildhopfen zur Vermeidung von Befruchtung. Hopfen Rundschau 57 (5), 120.

Portner, J. (2006): Düngebedarfsermittlung für P, K, Kalk und Magnesium. Hopfen Rundschau 57 (3), 66.

- Portner, J. (2006): Erste N_{min}-Ergebnisse in Hopfen und anderen Ackerkulturen: Empfehlungen zur Stickstoffdüngung 2006. Hopfen Rundschau 57 (3), 65.
- Portner, J. (2006): Fachkritik zur Moosburger Hopfenschau 2006. Hopfen Rundschau 57 (10), 240-243.
- Portner, J. (2006): Gezielte Stickstoffdüngung des Hopfens nach DSN (N_{min}). Hopfen Rundschau 57 (3), 68.
- Portner, J. (2006): Hinweise für Hopfenpflanzer zu Aktuelles im Pflanzenschutz und Cross Compliance im Hopfenbau. Hopfenring/Erzeugerring-Information v. 26.07.2006, 1-2.
- Portner, J. (2006): Hinweise für Hopfenpflanzer zu Wildhopfenbekämpfung, Änderungen bei den Zulassungen, Gültigkeit von Prüfplaketten, Dokumentation und Rufnummern der Hopfenberatung. Hopfenring/Erzeugerring-Information v. 26.05.2006, 1-2.
- Portner, J. (2006): Hinweise zum neuen Nährstoffvergleich 2006. Hopfenring/Erzeugerring-Information v. 14.12.2006, 1-2.
- Portner, J. (2006): Kostenfreie Rücknahme von Pflanzenschutzverpackungen PAMIRA 2006. Hopfen Rundschau 57 (7), 175.
- Portner, J. (2006): LAR Johann Schätzl verstärkt die Hopfenberatung der LfL in Wolnzach. Hopfen Rundschau 57 (2), 37.
- Portner, J. (2006): Peronosporabekämpfung – Planen Sie Ihren Mitteleinsatz. Hopfen Rundschau 57 (6), 147.
- Portner, J. (2006): Pflanzenschutzmittel-Entsorgungsaktion. Hopfen Rundschau 57 (2), 44.
- Portner, J. (2006): Rebenhäcksel baldmöglichst ausbringen. Hopfen Rundschau 57 (8), 196.
- Portner, J. (2006): Richtige Durchführung der Stickstoffbodenuntersuchung. Hopfen Rundschau 57 (2), 45.
- Portner, J. (2006): Rodung stillgelegter Hopfengärten. Hopfen Rundschau 57 (6), 151.
- Portner, J. (2006): Stefan Fuß vervollständigt das Team der Hopfenberatung. Hopfen Rundschau 57 (12), 297-298.
- Portner, J., (2006): Vermeidung von Gewässerverunreinigung beim Befüllen und Reinigen von Pflanzenschutzgeräten. Hopfen Rundschau 57 (7), 172.
- Portner, J., Brummer, A. (2006): N_{min}-Untersuchung 2006. Hopfen Rundschau 57 (5), 120-121.
- Portner, J., Rossbauer, G., Bauer, M. (2006): Nährstoffaufnahme des Hopfens. Hopfen Rundschau 57 (5), 116-120.
- Seefelder, S., Hartmann, St. (2006): Molekulare Ansätze zur Unterstützung der Gräserzüchtung an der LfL, Tagungsband, 50. Jahrestagung der AGGF Straubing vom 31.08.06 bis 02.09.06, Schriftenreihe LfL, 17, 157-160.
- Seefelder, S. (2006): Gendiagnostische Methoden zur Verbesserung der Mehлтаuresistenz bei Hopfen –Ein Beispiel für angewandte Forschung an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft; Brauwelt Nr.17, 483-483.
- Seefelder, S., Lutz, A. and Seigner, E. (2006): Development of molecular markers for powdery mildew resistance to support breeding for high quality hops. Monatsschrift für Brauwissenschaft, May/June 2006 (59), 100-104.
- Seigner, E. (2006): Hopfensorten aus dem Hopfenforschungszentrum Hüll für das Original Ittinger Klosterbräu. Bierzeit.
- Seigner, E., A. Lutz, H. Ehrmaier, B. Engelhard (2006): Herkules – neue mehлтаuresistente Hochalphasorte des Hopfenforschungszentrums Hüll. Hopfenrundschau – International, Jahresausgabe 2006/2007, 40-45.

Seigner, E., A. Lutz, H. Ehrmaier, S. Seefelder und K. Kammhuber (2006): Trends in der Hopfenzüchtung. Brauerei Forum, VLB-Berlin, 8-11.

Seigner, E., Kammhuber, K., Lutz, A., Miehle, H. und Seefelder, S. (2006): Qualitätszüchtung am Hopfenforschungszentrum Hüll. In: Vorträge für Pflanzenzüchtung, Pflanzenzüchtung für bessere Lebens- und Futtermittel, 69, 87-92.

Seigner, E., Lutz, A. and F.G. Felsenstein. (2006): Wild hops – New genetic resources for resistance to hop powdery mildew (*Podosphaera macularis ssp. humuli*). Monatschrift für Brauwissenschaft, July/August 2006 (59), 122-129.

Seigner, E., Lutz, A., Miehle, H. und Seefelder, S. (2006): Hopfenforschungszentrum Hüll- Züchtungsstrategien zur Verbesserung der Resistenz gegen Echten Mehltau. In: Handbuch zum 4. Rohstoffseminar Weihenstephan, Freising, April 2006.

Wehrauch, F. & B. Engelhard (2006): Das Bekämpfungsschwellmodell für Spinnmilben: Auswertung einer Fragebogenaktion. – Hopfen-Rundschau 57 (6): 138-142.

Wehrauch, F. (2006): Hopfenanbau: nur für Spezialisten. Wegweisende Versuchsergebnisse. – Bioland-Fachmagazin für den ökologischen Landbau 05/2006: 14.

8.2.2 LfL-Schriften

Name	Arbeitsgruppe	LfL-Schriften.	Titel
Engelhard, B., Kammhuber, K., Lutz, A., Seigner, E., Wehrauch, F.	IPZ 5, GfH (Gesell. f. Hopfenforschung)	Faltblatt	Hopfenforschungszentrum Hüll
Engelhard, B., Kammhuber, K., Lutz, A., Seigner, E., Wehrauch, F.	IPZ 5, GfH	Faltblatt	Hop Research Center Hüll
Müller, M., Daniel, G., Doleschel, P., Eder, J., Hartmann, St., Herz, M., Jungbluth, A., Killermann, B., Krützfeldt, B., Mikolajewski, S., Papst, Ch., Miehle, H. , Reichmann, M., Schweizer, G., Schwarzfischer, A., Seefelder, St., Seigner, E. , Zimmermann, G.	IPZ	LfL-Information	Pflanzenzüchtung – Von der klassischen Züchtung bis zur Biotechnologie
Münsterer, J.	IPZ 5a	LfL Information	Optimale Trocknung und Konditionierung von Hopfen
Portner, J.	IPZ 5a	„Grünes Heft“	Hopfen 2006
Seigner, E., Doleschel, P.	IPZ 5c, IPL-L	Faltblatt	Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

8.2.3 Pressemitteilungen

Autor(en), Arbeitsgruppe	Titel
Portner, J., IPZ 5a	Wildhopfen gefährdet die Qualität des Hallertauer Hopfens

8.2.4 Beiträge in Rundfunk und Fernsehen

Name /AG	Sendetag	Thema	Titel der Sendung	Sender
Engelhard, B., IPZ 5	05.10.06	Produkte aus Hopfen	Wissenshunger	VOX
Engelhard, B., IPZ 5b	28.08.06	Alkoholfreies Bier	Galileo	PRO7
Lutz, A., IPZ 5c	19.11.06	Hopfen für den Hausgarten	ARD-Ratgeber Heim und Garten	ARD
Seigner, E., IPZ 5c	12.10.06	Genomanalyse in der Pflanzenzüchtung	Notizbuch	BR 2

8.3 Tagungen, Vorträge, Vorlesungen, Führungen, Ausstellungen

8.3.1 Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare

Veranstaltet durch	Datum /Ort	Thema	Teilnehmer(kreis)
Münsterer J., IPZ 5a	08.12.06, Wolnzach	Workshop Trocknung und Konditionierung	Hopfenpflanzer mit langjähriger, messtechnischer Erfahrung bei der Trocknung und Konditionierung
Portner, J., IPZ 5a	31.01.06, Hüll	Koordinierung der Beratungshinweise in der LfL-Schrift Hopfen 2006	Kollegen der Beratungs- und Forschungseinrichtungen der dt. Hopfenanbaugebiete
Portner, J., IPZ 5a	01.08. – 02.08.06, Tettwang	Hopfen-Kolloquium	Kollegen der Beratungs- und Forschungseinrichtungen der dt. Hopfenanbaugebiete

8.3.2 Vorträge

(AG = Arbeitsgruppe)

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/Besucher	Datum /Ort
IPZ 5a	Münsterer, J.	Neue Hinweise zur Konditionierung	LfL/ 35 Hopfenpflanzer Ringgruppe Koppenwall	9.01.2006, Koppenwall
IPZ 5a	Münsterer, J.	HSK-Auswertung 2005	Hopfenring und LfL/ 75 Hopfenpflanzer	08.02.2006, Niederlauterbach

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum /Ort
IPZ 5a	Münsterer, J.	HSK-Auswertung 2005	Hopfenring und LfL/ 45 Hopfenpflanzler	09.02.2006, Koppewall
IPZ 5a	Münsterer, J.	Optimale Trocknung und Konditionierung von Hopfen mit technischen Hilfsmitteln	LfL und ALF Roth/ Hopfenpflanzler	13.-22.02.2006, Hedersdorf, Spalt, Au/Hallertau, Mainburg, Niederlauterbach, biburg, Oberhatzkofen
IPZ 5a	Münsterer, J.	Optimale Trocknung und Konditionierung von Hopfen , Neue Erkenntnisse	LfL und Pflanzler-Stammtisch Oberlauterbach/52 Hopfenpflanzler	19.02.2006, Oberlauterbach
IPZ 5a	Münsterer, J.	HSK-Auswertung 2005	LfL/Ringgruppe Eschelbach, 15 Hopfenpflanzler	06.04.2006, Eschelbach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Optimale Trocknung und Konditionierung von Hopfen , Neue Erkenntnisse	LfL/ Mitarbeiter der Firma Wolf	21.09.2006 Geisenfeld
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Hopfendüngung, N-Verluste	Interessengemeinschaft Qualitätshopfen Niederlauterbach, TN 32	11.01.2006 Niederlauterbach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Seminar: Dünge-VO, Hopfendüngung	LfL/25 Hopfenpflanzler	2.03.2006, Wolnzach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Seminar: Dünge-VO, Hopfendüngung	LfL/27 Hopfenpflanzler	9.03.2006, Wolnzach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Seminar: Dünge-VO, Hopfendüngung	LfL/21 Hopfenpflanzler	14.03.2006, Wolnzach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Seminar: Dünge-VO, Hopfendüngung	LfL/21 Hopfenpflanzler	15.03.2006, Wolnzach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Seminar: Dünge-VO, Hopfendüngung	LfL/35 Hopfenpflanzler	19.03.2006, Wolnzach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Pflanzenschutz aktuell	Interessengemeinschaft Qualitätshopfen Niederlauterbach, TN 26	24.05.2006 Niederlauterbach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Pflanzenschutz aktuell	Hopfenpflanzlerstammtisch Oberlauterbach	7.06.2006 Oberlauterbach
IPZ 5a	Portner, J.	Den Betriebszweig Hopfenbau für die Zukunft gestalten	MR-Mainburg/ 120 Landwirte und Gäste	02.02.2006, Mainburg
IPZ 5a	Portner, J.	Einflussfaktoren auf die Hopfenqualität 2005	Landhandel/ 20 Verkaufsberater	07.02.2006, Mainburg
IPZ 5a	Portner, J.	Einflussfaktoren auf die Hopfenqualität 2005	BayWa/ 20 Verkaufsberater	08.02.2006, Mainburg

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum /Ort
IPZ 5a	Portner, J.	HSK-Auswertung 2005	LfL und Hopfenring/ 15 Hopfenpflanzler	20.02.2006, Mitterstetten
IPZ 5a	Portner, J.	Schneidgeräte – Technik und Methode	Hopfenring/ 40 ISO-zertifizierte Hopfenpflanzler, Berufsgenossenschaft	22.02.2006, Gebrontshausen
IPZ 5a	Portner, J.	Rund um das Hopfenjahr – Einfluss der Sorte und produktionstechnischer Maßnahmen auf die Bierqualität	VLB Berlin/ 80 Tagungsteilnehmer	08.03.2006, Regensburg
IPZ 5a	Portner, J.	Forschungsergebnisse zur Optimierung der Trocknung und Konditionierung des Hopfens	GfH/ 30 TN	03.04.2006, Wolnzach
IPZ 5a	Portner, J.	Verfahrenstechnik im Hopfenbau	FH Weihenstephan/ 10 Studenten	10.05.2006, Weihenstephan
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles zum Pflanzenschutz	ALF Roth/ 50 Hopfenpflanzler	30.05.2006, Obersteinach
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles zum Pflanzenschutz	Hopfenring und LfL/ 25 Hopfenpflanzler	28.06.2006, Forchheim
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles zum Pflanzenschutz	Hopfenring und LfL/ 25 Hopfenpflanzler	05.07.2006, Niederulrain
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles zum Pflanzenschutz	Hopfenring und LfL/ 40 Hopfenpflanzler	07.07.2006, Steinbach
IPZ 5a	Portner, J.	Wildhopfenbekämpfungsaktion 2006	Hopfenpflanzerverband und LfL/ 20 TN	12.07.2006, Wolnzach
IPZ 5a	Portner, J.	Einflussmöglichkeiten auf den Welkebefall	Hopfenring und LfL/ 60 Hopfenpflanzler	17.08.2006, Koppenwall
IPZ 5a	Portner, J.	Einflussmöglichkeiten auf den Welkebefall	Hopfenring und LfL/ 100 Hopfenpflanzler	17.08.2006, Oberlauterbach
IPZ 5a	Portner, J.	Rund um das Hopfenjahr – Einfluss der Sorte und produktionstechnischer Maßnahmen auf die Bierqualität	Agrarausschuss Dt. Brauerbund/ 20 TN	22.08.2006, Hüll
IPZ 5a	Portner, J.	Sturmversicherung von Hopfenanlagen	IGN-Hopfentag/ 50 TN	24.08.2006, Niederlauterbach
IPZ 5a	Portner, J.	Costs of Hop Production	HVG/ 30 INBEV- Mitarbeiter	08.09.2006, Wolnzach
IPZ 5a	Portner, J.	Fachkritik Hopfen 2006	Stadt Moosburg/ 80 Gäste	12.09.2006, Moosburg

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum /Ort
IPZ 5a	Portner, J.	Ringbetreuung 2006 - Jahresrückblick	Hopfenring Hallertau/ Ringbetreuer	11.12.06, Wolnzach
IPZ 5a	Schätzl, J	Aktuelles zum Pflanzenschutz	LfL und Hopfenring/ Ringbetreuer	11.07.2006, Hüll
IPZ 5a	Schätzl, J	Aktuelles zum Pflanzenschutz	LfL und Hopfenring/ Ringbetreuer	08.08.2006, Hüll
IPZ 5 a	Schätzl, J.	Geeignete Aufleitmaterialien und Aktuelles zum Hopfenbau	LfL und Hopfenring/ Hopfenpflanzer	23.10.2006- Eschelbach
IPZ 5a	Schätzl, J.	Drahtaufhängen, Material und Technik	Hopfenring Hallertau/ ISO-zertifizierte Hopfenpflanzer, Berufsgenossenschaft	23.02.2006, Tettenwang
IPZ 5a	Schätzl, J.	Neues zum Hopfenaufleitmaterial und zum Pflanzenschutz 2006	Hopfenring und LfL/ AK-Teiln. Abens, Grafendorf (Lkrs. FS)	23.03.2006, Abens
IPZ 5a	Schätzl, J.	HSK-Auswertung 2005	Hopfenring und LfL/ Hopfenpflanzer	17.02.2006, Grafendorf
IPZ 5a	Schätzl, J.	HSK-Auswertung 2005	Hopfenring und LfL/ Hopfenpflanzer	13.02.2006, Lobsing
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aktuelles zum Pflanzenschutz	LfL und Hopfenring	07.06.2006, Abens
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aktuelles zum Pflanzenschutz	LfL und Hopfenring/ Ringbetreuer	25.07.2006, Hüll
IPZ 5b	Engelhard, B.	Pflanzenschutzmittelsituation im deutschen Hopfenbau – Vorschau auf die Saison 2006	Verband deutscher Hopfenpflanzer e.V.	12.01.06, Hüll
IPZ 5b	Engelhard, B.	Parallelimporte von Pflanzenschutzmitteln	Ring junger Hopfenpflanzer	24.01.06, Niederlauterbach
IPZ 5b	Engelhard, B.	Pflanzenschutz 2006 Botrytis – Sind Spezialmittel im Hopfen notwendig?	Baywa Agrar Landhandel	08.02.06, Mainburg
IPZ 5b	Engelhard, B.	Pflanzenschutz 2006 – Anwendung und Berücksichtigung der Zulassungssituation, Exportauflagen und Bekämpfungsschwellen	IPZ 5 / ALF	13.02. – 21.02.06 8 Orte
IPZ 5b	Engelhard, B., Eicheldinger, R.	Sind im Hopfen Spezialprodukte zur Botrytisbekämpfung notwendig?	Infoabend des Hopfenpflanzerverbandes	Mainburg
IPZ 5b	Engelhard, B.	Mehltaubefall und weitere Schadbilder auf Hopfen der Ernte 2005	AG Neutrale Qualitätsfeststellung	10.03.06, Wolnzach

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum /Ort
IPZ 5b	Engelhard, B.	Langjährige Untersuchungen auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln mim Hopfen	55. Deutsche Pflanzenschutztagung	26.09.06, Göttingen
IPZ 5b	Engelhard, B.;	<i>Botrytis</i> auf Hopfen-Schadbilder und Bekämpfungsstrategien	55. Deutsche Pflanzenschutztagung	26.09.06, Göttingen
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Versuchsergebnisse im ökologischen Hopfenbau 2005	Bioland-Arbeitskreis Hopfen	08.02.2006, Berching-Plankstetten
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Wie viele Blattläuse verträgt der Hopfen? Erste Versuchsergebnisse 2005	GfH, TWA	03.04.2006, Wolnzach
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Versuche zum Management von Florfliegen in der Sonderkultur Hopfen: Stand der Dinge	AK Nutzarthropoden der DPG und der DgaaE	15.11.2006, Kleinmachnow
IPZ 5c	Lutz, A.	Hopfenzüchtung am Hopfenforschungszentrum Hüll und Aromaqualitätsbonitur	Alt-Weihestephaner Brauerbund; 45 Pers.	08.11.06, Freising
IPZ 5c	Miehle, H.	Gentransfer bei wirtschaftlich relevanten Hopfensorten zur Verbesserung der Pilzresistenz	Erzeugergemeinschaft der HVG	19.01.06, Wolnzach
IPZ 5c	Miehle, H.	Gentransfer bei wirtschaftlich relevanten Hopfensorten zur Verbesserung der Pilzresistenz	Gesellschaft für Hopfenforschung	03.04.06, Wolnzach
IPZ 5c	Miehle, H.	Gentechnik-Recht	S1-Sicherheitsbelehrung	05.04.06, Freising
IPZ 5c	Miehle, H.	Gentransfer bei wirtschaftlich relevanten Hopfensorten zur Verbesserung der Pilzresistenz	Agrarausschuss der Brauer	22.08.06, Hüll
IPZ 5c	Miehle, Helga	Gentransfer bei Hopfen und Bier	Agrarausschuss des Deut. Brauerbundes	22.08.06, Hüll
IPZ 5c	Seefelder, S.	Züchtungsstrategien zur Verbesserung der Mehltaresistenz bei Hopfen	IPZ 5, ÄLF - Hopfenpflanzer /265 Personen	14.02., 15.02., 21.02., 22.02. Mainburg, Biburg, Tettenwang, Lindach
IPZ 5c	Seigner, E.	Züchtungsstrategien zur Verbesserung der Mehltaresistenz bei Hopfen	IPZ 5, ÄLF - Hopfenpflanzer / 330 Personen	13.-17.02.06, Hedersdorf; Spalt, Au; Niederlauterbach, Oberhatzkofen
IPZ 5c	Seigner, E.	Trends in der Hopfenzüchtung unter Berücksichtigung des Biermarktes	VLB-Berlin (Versuchs- und Lehrranstalt Berlin, Frühjahrstagung / 80 Personen	08.03.06, Regensburg

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum /Ort
IPZ 5c	Seigner, E.	Wildhopfen – neue genetische Ressourcen für die Mehlauresistenzzüchtung	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München	04.07.06, München
IPZ 5c	Seigner, E.	Mehltau-Isolate und Blatt-Resistenztest im Labor als Basis für die Mehlauresistenzzüchtung bei Hopfen	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München	04.07.06, München
IPZ 5c	Seigner, E.	Qualitätszüchtung am Hopfenforschungszentrum Hüll	8. GPZ-Tagung (Gesellschaft für Pflanzenzüchtung) / 200 Personen	14.03.06, Freising
IPZ 5c	Seigner, E.	Neue Hopfensorten des Hopfenforschungszentrums Hüll für die Vielfalt der Biere	IGN-Hopfentag (Interessengemeinschaft Niederlauterbach)	24.08.06, Niederlauterbach
IPZ 5c	Seigner, E.	Hop Breeding at the Hop Research Center Hüll, Biotechnology, Genome Analysis	Hop Specialists Day, InBev, HVG /40 Personen	07.09.06, Hüll
IPZ 5c	Seigner, E.	Hopfenforschungszentrum Hüll- Züchtungsstrategien zur Verbesserung der Resistenz gegen Echten Mehltau	Rohstoffseminar 2006, Lehrstuhl für Technologie der Brauerei I, WZW-Weihenstephan, Bayer. Brauerbund, Verband mittelständ. Privatbrauereien Bayern	04.04.06, Freising
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Die Bedeutung der Hopfeninhaltsstoffe für das Bierbrauen, für die Gesundheit und für andere Anwendungen	Hopfenbauersammlung	13.02.06 - 22.02.06/ Hedersdorf, Spalt, Au, Mainburg, Niederlauterbach, Biburg, Oberhatzkofen, Tettenwang, Lindach
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Differenzierung des Welthopfensortiments und der Hüller Zuchtsorten nach Alpha-Säuren und Polyphenolen und der Einfluss dieser Inhaltsstoffe auf die Bierqualität	Wissenschaftliche Station für Brauerei München e.V.	München, 04.07.06

8.3.3 Führungen

(AG = Arbeitsgruppe; TZ= Teilnehmerzahl)

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5	Engelhard, B.	16.02.06	Hopfenforschungszentrum Hüll	Dipl.Ing. Doetsch, Paulaner-Brauerei M.	1
IPZ 5	Engelhard, B., Weihrauch, F., Lutz, A.	09.02.06	Fragen der Virustestung	Kollegen der Hopfenforschung aus Zalec, SLO	8
IPZ 5	Engelhard, B., Lutz, A. Kammhuber, K.	05.04.06	Hopfenforschungszentrum Züchtung	Braumeisterschule Ulm	20
IPZ 5	Engelhard, B.,	05.05.06	Hopfenforschung	Naturfreunde Pfaffenhofen	35
IPZ 5	Engelhard, B., Waldinger, J.	05.05.06	Hopfenforschung	Nachbarn	35
IPZ 5	Engelhard, B., Münsterer, J.	11.05.06	Hopfenforschung	Martin-Max-Stiftung	45
IPZ 5	Engelhard, B., Seigner, E., Lutz, A., Kammhuber, K.	12.05.06	Hopfenforschung	Österreichischer Brau- und Malzmeisterbund	50
IPZ 5	Engelhard, B., Kammhuber, K.	21.05.06	Hopfenforschung	Brauer von SAB	3
IPZ 5	Engelhard, B.	23.05.06	Hopfenforschung	BayStMLF, Abteilung A	15
IPZ 5	Engelhard, B.	04.06.06	Technik im Hopfenbau	LfL, LTB	15
IPZ 5	Engelhard, B., Seigner, E.	18.07.06	Hopfenforschung	Studenten der TUM	20
IPZ 5	Engelhard, B.	18.08.	Hopfenforschung	Kollegen ALF Ingolstadt	8
IPZ 5	Seigner, E., Miehle, H., Engelhard, B.	22.08.	Fachtagung	Agrarausschuss DBB (Deutscher Brauerbund)	35
IPZ 5	Engelhard, B., Seigner, E., Portner, J., Lutz, A.	29.08.	Hopfenrundfahrt	VdH (Verband Deutscher hopfenpflanzer), StMLF	ca. 170
IPZ 5	Seigner, E., Kammhuber, K., Engelhard, B.	31.08.	Hopfenforschung	Rohstoffexperten „The Hite“ (Korea), HVG	6
IPZ 5	Engelhard, B.	01.09.	Hopfenforschung	LRA, Hallertauer Hopfenwochen	25
IPZ 5	Engelhard, B.	02.09.	Hopfenforschung	Deutsche Genossenschafts-Bank	18
IPZ 5	Engelhard, B.	05.09.	Hopfenforschung	Hansa-IN	8

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5	Engelhard, B., Seigner, E., Kammhuber, K.	07.09.	Hopfenforschung	Rohstoffexperten von AmBev	
IPZ 5	Engelhard, B.	13.09.	Produktionstechnik/Ernte	Kollegen von Zatec	4
IPZ 5	Engelhard, B., Seigner, E., Kammhuber, K.	18.09.	Hopfenforschung	„Bavaren“- Stud.verbindung Frei- sing	25
IPZ 5	Engelhard, B., Seigner, E., Kammhuber, K.	15.11.	Hopfenforschung	VLB (Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei, Berlin) Speziallehrgang	10
IPZ 5a	Niedermeier, E.	03.07.06	Flurbegehung	Interessengemeinschaft Qualitätshopf. N- lauterbach	19
IPZ 5a	Niedermeier, E.	20.07.06	Flurbegehung	Ringgruppe Eschelbach	17
IPZ 5a	Niedermeier, E.	25.07.06	Flurbegehung	BBV- Obmännerbereiche Stadt Geisenfeld	34
IPZ 5a	Niedermeier, E.	07.08.06	Besichtigung Zuchtgarten Hüll und Praxisbestand Herkules	Hopfenpflanzer Woln- zach	16
IPZ 5a	Niedermeier, E.	18.08.06	Exkursionsbetreuung Tett nang	Ring junger Hopfen- pflanzer	36
IPZ 5a	Schätzl, J.	29.06.06	Flurbegehung	Ringgruppe Koppenwall	26
IPZ 5a	Schätzl, J.	06.07.06	Flurbegehung	Ringgruppe Eberstetten, Güntersdorf	19
IPZ 5a	Schätzl, J.	14.07.06	Flurbegehung	HPV.Spalt	54
IPZ 5a	Schätzl, J.	24.07.06	Flurbegehung	Ringgruppe Abens, Grafend.	24
IPZ 5a	Schätzl, J.	17.08.06	Flurbegehung	ALF Roth, HPV, Hop- fenpflanzer	58
IPZ 5b	Engelhard, B.	16.05.06	Hopfenbau	Pflanzenschutzvertreter	1
IPZ 5b	Engelhard, B. Wehrauch, F.	06.07.06	Pflanzenschutz im Hopfen	Hopfenpflanzer und Wissenschaftler aus der Schweiz	5
IPZ 5b	Engelhard, B. Wehrauch, F.	01.02.06	Pflanzenschutz- und Sortenfra- gen bei Hopfen	Bio-Hopfenbauern aus Dänemark	2
IPZ 5b	Engelhard, B.	06.03.06	Hopfenforschungszentrum Hüll	Spiess-Urania	2
IPZ 5b	Engelhard, B., Wehrauch, F.	06.05.06	Pflanzenschutz im Hopfen	Spiess-Urania; VdH	8
IPZ 5b	Engelhard, B.	09.05.06	Produktbesprechung	Bayer CropScience	5
IPZ 5b	Engelhard, B.	10.05.06	Abschlussarbeit	Gymnasiasten Pfaffen- hofen	2
IPZ 5b	Engelhard, B., Wehrauch, F.	25.07.	Pflanzenschutz Hopfen	Syngenta	15
IPZ 5b	Engelhard, B.	28.07.	Pflanzenschutz Hopfen	Amerikanische Hopfen- pflanzer	2

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5b	Engelhard, B., Weihrauch, F.	03.08.	Pflanzenschutz-Fachtagung	Bayer CropScience	12
IPZ 5b	Engelhard, B.	29.08.	Pflanzenschutz-Fachtagung	VdH, BMELV, StMLF, Umweltbundesamt	55
IPZ 5b	Engelhard, B., Eicheldinger, R.	06.03.06	Pflanzenschutzfragen/ -planung 2006	Kollegen aus dem Elsaß (F)	4
IPZ 5b	Engelhard, B., Eicheldinger, R.	26.04.06	Pflanzenschutz im Hopfen	Hopfenhandelsfirma aus SLO	3
IPZ 5b	Engelhard, B., Weihrauch, F., Lutz, A.	22.05.06	Pflanzenschutz im Hopfen	BBA (mit Präsident) und BVL; VdH	6
IPZ 5c	Lutz, A.	11.07.06	New hop varieties at the Hop Research Center Hüll	Anheuser-Busch	7
IPZ 5c	Lutz, A.	28.07.06	Hopfsorten Beurteilung	Landw. Schule Pfaffen- hofen	15
IPZ 5c	Lutz, A.	4.08.06	Züchtungsforschung Hopfen	Versuchstechniker Bay- er Crop Science	10
IPZ 5c	Lutz, A.	29.08.06	Hopfenrundfahrt 2006 - Neue Sorten und Erkenntnisse	Hopfenpflanzer, Politi- ker	170
IPZ 5c	Lutz, A., E. Seigner	07.09.06	Hop Breeding at the Hop Re- search Center Hüll	InBev, HVG	40
IPZ 5c	Lutz, A.	07.11.06	Hop Breeding at Hüll –	Anheuser-Busch, Dr. Buholzer, Mr. Sammar- tino	2
IPZ 5c	Miehle, H.	10.03.06	Gentransfer Hopfen	Präsident LfL und Gäste	10
IPZ 5c	Miehle, H.	01.06.06	Gentransfer an der LfL	Präsident LfL und StMLF	10
IPZ 5c	Miehle, H.	20.11.06	Gene transfer at the LfL	Rektorenkonferenz aus Zentralasien	50
IPZ 5c	Miehle, H.	21.11.06	Gentransfer allg.	Präsident LfL und Landwirte aus Rosen- heim	45
IPZ 5c	Seefelder, S.	01.03.06	Hop Genome Analysis	Neuseeland, E. Buck	1
IPZ 5c	Seefelder, S.	28.06.06	Genomanalyse Hopfen	Senioren “Hopfenfach- leute”	25
IPZ 5c	Seefelder, S.	17.07.06	Genomanalyse Hopfen	Chemielaboranten zur Ausbildung, Ungarn	4
IPZ 5c	Seigner, E.	16.02.06	Hop Research	Asahi Brewery, Japan	2
IPZ 5c	Seigner, E.	01.03.06	Hop Breeding – Classical Breeding and Biotechnology	Neuseeland, E. Buck	1
IPZ 5c	Seigner, E.	26.04.06	Hop Research at Hüll and phy- tosanitary aspects of hop propagation	Vertreter v. Ministerium für Landwirtschaft, SLO und slowen. Hopfen- handel	3

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5c	Seigner, E.	12.05.06	Hopfenforschungszentrum Hüll	Bund österreich. Braumeister und Brauereitechniker	50
IPZ 5c	Seigner, E.	16.05.06	Hopfenzüchtung	Hallert. Hopfenköniginnen	3
IPZ 5c	Seigner, E.	17.05.06	Hopfenforschungszentrum Hüll	Asahi, Japan	1
IPZ 5c	Seigner, E.	06.06.06	Hopfenforschungszentrum Hüll und Hopfenzüchtung	BBA (Biologische Bundesanstalt), Spiess Urania	9
IPZ 5c	Seigner, E.	28.06.06	Hopfenzüchtung und Biotechnologie	Senioren "Hopfenfachleute"	25
IPZ 5c	Seigner, E.	14.07.06	Hopfenforschungszentrum Hüll, Zuchtgarten	Bayer Crop Science, Hopfenpflanzler Elbe-Saale	40
IPZ 5c	Seigner, E.	14.07.06	Hopfenforschungszentrum Hüll	StMLF Abteilung B und Pensionäre	70
IPZ 5c	Seigner, E.	18.07.06	Züchtungsforschung Hopfen	Studenten des LS Technologie für Brauerei I, WZW	26
IPZ 5c	Seigner, E.	07.08.06	Züchtungsforschung Hopfen, Biotechnologie / Gentransfer	russ. Praktikantin	1
IPZ 5c	Seigner, E.	21.08.06	Züchtungsforschung in Hüll, Zuchtgarten	Prof. De Keukelaire, Hopfenpflanzler aus Belgien	34
IPZ 5c	Seigner, E.	31.08.06	Hop Breeding at the Hop Research Center Hüll	The Hite Brewery, Südkorea, HVG	5
IPZ 5c	Seigner, E.	07.09.06	Hop Breeding at the Hop Research Center Hüll	InBev und HVG	40
IPZ 5c	Seigner, E.	29.09.06	Hop Breeding at the Hop Research Center Hüll	Dr. Ronteltap, Heineken und GfH	3
IPZ 5c	Seigner, E.	15.11.06	Breeding at Hop Research Center Hüll	Excellence in Brewing, VLB-Berlin	10
IPZ 5c	Seigner, E.	07.11.06	Hop Research Center Hüll – 6	Anheuser-Busch, Dr. Buholzer, Mr. Sammartino	2
IPZ 5d	Kammhuber, K., Engelhard, B.	15.02.06	NIR-Analysen für Alphasäuren nach EBC 7.4	Verband deutscher Hopfenpflanzler e.V.	5
IPZ 5d	Kammhuber, K., Engelhard, B.	02.05.06	NIR-Analysentechnik	VdH	6
IPZ 5d	Kammhuber, K.	12.05.06	Hopfenanalytik	Brauer aus Österreich	50
IPZ 5d	Kammhuber, K.	06.06.06	Hopfenanalytik	Mitarbeiter von Pflanzenschutzfirmen	5
IPZ 5d	Kammhuber, K.	18.06.06	Hopfenanalytik	Braustudenten TUM	10
IPZ 5d	Kammhuber, K.	11.09.06	Hopfenanalytik	5 Mitarbeiter LA Pfaffenhofen	5

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5d	Kammhuber, K.	07.11.06	Hopfenanalytik	Hopfenfachleute von Anheuser Busch	2
IPZ 5d	Kammhuber, K.	31.08.	Hopfenanalytik	Brauer von Hite Brauerei (Korea)	3

8.3.4 Ausstellungen und Poster

(AG = Arbeitsgruppe)

Name der Ausstellung	Ausstellungsobjekte/ bzw. Themen /Poster	Veranstalter	Ausstellungsdauer	AG
Ingolstädter Gartentage mit Frühjahrsmesse	Hallertauer Hopfen und Hopfenforschungszentrum Hüll	mit marketing GmbH Ingolstadt	20. – 28.05.2006	IPZ 5
50. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau (AGGF) in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften	Molekulare Ansätze zur Unterstützung der Gräserzüchtung an der LfL	AGGF, IPZ, IAB	31.09. / 01.10.06	IPZ 5c, IPZ 4b
6. Münchner Wissenschaftstage	DNA-Analyse in der Pflanzenzüchtung – Nachhaltige Nahrungsmittelproduktion	vdbiol, StMLF Wissenschaftstage-München	21.- 24.10.2006	IPZ 1b IPZ 3b IPZ 5c
6. Münchner Wissenschaftstage	Gentransfer an der LfL – Forschung für die Zukunft	vdbiol, StMLF Wissenschaftstage-München	21.- 24.10.2006	IPZ 1c IPZ 3b IPZ 5c

8.4 Aus- und Fortbildung

Name, AG	Thema	Teilnehmer
Miehle, H., IPZ 5c	Gentransfer Hopfen, Praktikum, 01.02.-14.03. und 01.08.-11.09.	Elodie Herque
Miehle, H., IPZ 5c	Gentransfer Hopfen, Praktikum, 27.02.-03.03.06	Linda Sommer
Portner, J., IPZ 5a	Workshop Betriebswirtschaft für Hopfenbaubetriebe (3 Tage)	Hopfenpflanzer
Portner, J., IPZ 5a	Aktuelle Situation im Hopfenbau (7 Termine)	Ringbetreuer
Portner, J., IPZ 5a	Peronospora und Warndienst	Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Botrytis und Mehltau an Hopfen	Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Hopfenwelke, Stockfäule und Virosen	Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen

Name, AG	Thema	Teilnehmer
Portner, J., IPZ 5a	Liebstöckelrüssler, Schmetterlingsarten und Blattläuse	Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Gem. Spinnmilbe, PSM-Problematik, Zulassungssituation, GFP	Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Schultag Hopfenbau	Studierende des 2. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	BiLa-Seminar „Hopfenanbau“ (4 Abende)	17 Hopfenpflanzer
Portner, J., IPZ 5a	Hopfensorten	Studierende des 1. Sem. der LS Pfaffenhofen

8.5 Diplomarbeiten und Dissertationen

8.5.1 Diplomarbeiten

AG	Name	Thema/Titel Diplomarbeit	Zeit- raum	<u>Betreuer an der LfL, Zusam- menarbeit</u>
IPZ 5a	Seidl, Florian	Untersuchung unterschiedlicher Düsenbestückungen von Hopfensprühgeräten zur Verbesserung der Wirkstoffanlagerung	Mai 05- Nov. 06	<u>H. Portner</u> , TUM Weihenstephan, Dr. Rothmund Prof. Auernhammer
IPZ 5a	Abeltshauser, Thomas	Betriebsentwicklungsplan eines spezialisierten Hopfenbaubetriebes in der Hallertau	Jan. 06 – Nov. 06	<u>J. Münsterer</u> , FH Weihenstephan Prof. Alois Scheuer- lein
IPZ 5b	Schlagenhauer, Stefan	Untersuchungen für mögliche Ursachen der Resistenz von Hopfen gegen Echten Mehltau	Januar 2006 – Mai 2006	<u>B. Engelhard</u> , <u>E. Seigner</u> ; TUM Weihenstephan PD Dr. Wolf
IPZ 5c	Schmid, Sven	Wissensmanagement - Einführung an einer Behörde auf Basis eines Vorgangsbearbeitungssystems	Februar 06 – Juli 06	<u>H. Miehle</u> , <u>K. Voit</u> , Universität der Bundeswehr, München, Wirt- schaftsinformatik, Prof. U. Lechner; AIW 2

8.5.2 Dissertation

AG	Name/ <u>Betreuer LfL</u>	Thema/Titel Dissertation	Zeit- raum	Zusammenarbeit
IPZ 5c	Seidenberger, R./ <u>Seefelder, S.</u>	Molekulare Marker für Mehlauresistenz bei Hopfen (<i>Humulus lupulus</i>)	2004- 2007	Prof. Weber, Uni- versität Halle

8.6 Mitarbeit in Arbeitsgruppen

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

9 Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben

AG= Arbeitsgruppe

AG Projektleiter	Projekt	Laufzeit	Kostenträger	Kooperation
IPZ 5b B. Engelhard	Entwicklung von Pflanzenschutzstrategien im ökologischen Hopfenbau als Alternativen zur Anwendung kupfer- und schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel	2004-2006	BLE; Bundesprogramm Ökologischer Landbau	Bioland Erzeugerring Bayern e.V. , Betriebe: Prantl, Rohr; Eckert, Eckental
IPZ 5b/IPZ 5c B. Engelhard	Entwicklung eines Testsystems zur Prüfung der Blattlausresistenz an Hopfensämlingen im Rahmen der Hopfenzüchtung	2005-2008	Erzeugergemeinschaft HVG Anheuser-Busch	
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	Erzeugergemeinschaft HVG	Betrieb Obster, Aiglsbach

AG Projektleiter	Projekt	Laufzeit	Kostenträger	Kooperation
IPZ 5b B. Engelhard	Untersuchungen zur Anlockung von Blattlaus- und Spinnmilben-Antagonisten	2005–2007	Anheuser-Busch	Swedish University of Agric. Sciences, Alnarp, Schweden; Rothamstead Research, UK
IPZ 5c Dr. Seefelder Dr. Seigner	Entwicklung molekularer Selektionsmarker für Mehltreuresistenz zur effektiven Unterstützung der Züchtung von Qualitätshopfen	2006-2007	Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e.V.	EpiLogic
IPZ 5c Dr. Seigner A. Lutz	Wildhopfen – neue genetische Ressourcen für die Mehltreuresistenzzüchtung	2003-2006	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.	EpiLogic
IPZ 5c Dr. Seigner A. Lutz S. Seefelder	Mehltauisolate und Blatt-Resistenztest im Labor als Basis für die Mehltreuresistenzzüchtung 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 - 2006	Hopsteiner	IPZ 5d
IPZ 5c Dr. Seefelder Dr. Seigner	Development of molecular markers linked to powdery mildew resistance genes in hops	2004 - 2007	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

**Für die Landesanstalt für Landwirtschaft -
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung –
Hüll / Wolnzach / Freising**

waren im Jahre 2006 tätig:

10 Personal IPZ 5 – Arbeitsbereich Hopfen

Koordinator: Engelhard Bernhard

Dandl Maximilian
Escherich Ingeborg
Fischer Maria
Hock Elfriede
Maier Margret
Mauermeier Michael
Pflügl Ursula
Presl Irmgard
Suchostawski Christa
Waldinger Josef
Weiher Johann

IPZ 5a

Arbeitsgruppe: Hopfenbau, Produktionstechnik

Portner Johann

Heilmeier Rosa
Münsterer Jakob
Niedermeier Erich
Schätzl Johann
Fuß Stefan (ab 01.11.2006)

IPZ 5b

Arbeitsgruppe: Pflanzenschutz im Hopfenbau

Engelhard Bernhard

Ehrenstraßer Olga
Eicheldinger Renate
Hesse Herfried
Meyr Georg
Schwarz Johannes (ab 01.12.2006)
Dr. Weihrauch Florian

IPZ 5c

Arbeitsgruppe: Züchtungsforschung Hopfen

Dr. Seigner Elisabeth

Ehm Katharina ab 01.08.2006

Hager Petra (geb. Bauer)

Hartberger Petra bis 05.07.2006

Haugg Brigitte bis 06.04.2006

Kneidl Jutta

Lutz Anton

Marchetti Sabine

Mayer Veronika

Dr. Miehle Helga

Seidenberger Rebecca (geb. Schürmer) bis 16.08.2006

Dr. Seefelder Stefan

IPZ 5d

Arbeitsgruppe: Hopfenqualität und -analytik

Dr. Kammhuber Klaus

Neuhof-Buckl Evi

Petzina Cornelia

Weihrauch Silvia

Wyschkon Birgit