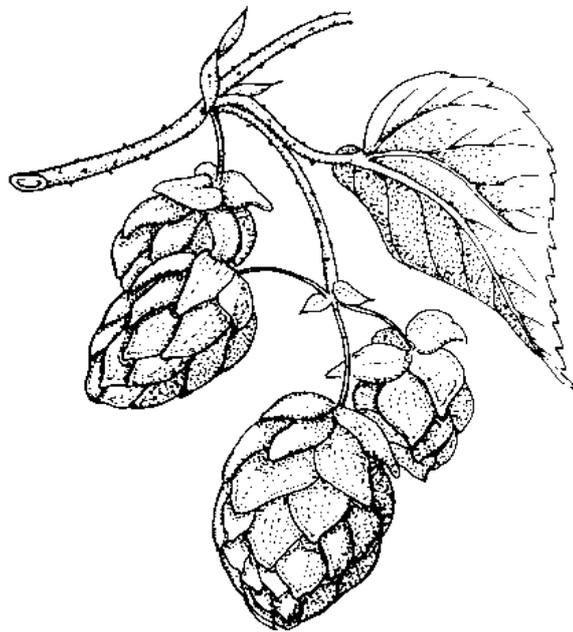


# **Jahresbericht 2003**

## **Sonderkultur Hopfen**



**Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
- Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung -**

**und**

**Gesellschaft für Hopfenforschung**

**März 2004**



# **Information**

# Vorwort

Das Hopfenforschungszentrum Hüll, eine Kooperation zwischen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und der Gesellschaft für Hopfenforschung e.V. (GfH), genießt weltweite Anerkennung.

Die für die Hopfen- und Brauwirtschaft wichtigsten Erfolge der letzten Jahre sind:

- Erfolgreiche Züchtung qualitativ hochwertiger Bittersorten (Hallertauer Magnum, Hallertauer Taurus), mehltaresistenter Bittersorten (Hallertauer Merkur und weitere Zuchtstämme) sowie hochfeiner Aromasorten (Saphir, Smaragd). Dreiviertel der deutschen Hopfenfläche sind mit Hüller Zuchtsorten bepflanzt.
- Entwicklung von Mehltaumarkern zur Beschleunigung der Züchtung resistenter Sorten.
- Einkreuzung von Wildhopfen zur Nutzung von neuen Eigenschaften (Peronosporatoleranz, Mehltaresistenz, niedriges Co-humulon).
- Einführung umweltschonender Produktionsmethoden (Optimierung der Nährstoffversorgung und Stickstoffdüngung, Erosionsschutzmaßnahmen, Reduzierung der Abdrift von Pflanzenschutzmitteln um 90 %, Niedrigerüstanlagen).
- Erarbeitung und Umsetzung qualitätsschonender Trocknungs- und Konditionierungsverfahren.
- Federführung bei der Prüfung von Pflanzenschutzmitteln in Deutschland und zunehmend in Europa, damit notwendige Produkte zugelassen werden.
- Harmonisierung der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln zum Abbau von Handelsbarrieren.
- Erarbeitung und Einführung von Bekämpfungsschwellen für Krankheiten (getrennt für anfällige und tolerante Hüller Zuchtsorten gegen Peronospora; Modell für Echten Mehltau in Erarbeitung) und Schädlinge (Gemeine Spinnmilbe).
- Herkunfts- und sortenspezifische Analytik der Hopfeninhaltsstoffe
- Weiter- bzw. Neuentwicklung von Analysemethoden im Rahmen der Arbeitsgruppe Hopfenanalyse (EBC-Standardmethoden, NIR-Kalibrierung für EBC 7.4 und EBC 7.7)

Alle Forschungsergebnisse werden auf kürzestem Weg über Veröffentlichungen, Beratungsunterlagen und Fachgesprächen an die interessierten Kreise weitergegeben. Durch die engen Kontakte der Mitarbeiter des Hopfenforschungszentrums mit den Einrichtungen der Brauwissenschaft, der Hopfenveredelung, des Hopfenhandels und der Hopfenpflanzer können die Forschungsprojekte effektiv und zielorientiert bearbeitet und umgesetzt werden.

**Diese Erfolge waren nur möglich durch die Bündelung staatlicher und privater Interessen und fachübergreifender Kompetenz. Die Ergebnisse haben maßgeblich zum Erhalt der deutschen Anbaubereiche beigetragen.**

Georg Balk  
Vorsitzender des Vorstandes der  
Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.

Dr. Friedrich Keydel  
Vizepräsident der Bayerischen  
Landesanstalt für Landwirtschaft

# INHALTSVERZEICHNIS

## Vorwort

Vizepräsident Dr. F. Keydel und Vorsitzender des Vorstandes Herr G. Balk

<b>1</b>	<b>Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen</b> .....	<b>5</b>
1.1	Laufende Forschungsvorhaben .....	5
1.2	Forschungsschwerpunkte .....	14
1.2.1	Forschungsschwerpunkte Züchtung .....	14
1.2.2	Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik .....	15
1.2.3	Forschungsschwerpunkte Pflanzenschutz .....	16
1.2.4	Forschungsschwerpunkte Qualität, Chemie und Technologie des Hopfens .....	17
<b>2</b>	<b>Witterung 2003</b> .....	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>Statistische Daten zur Hopfenproduktion</b> .....	<b>20</b>
3.1	Anbaudaten .....	20
3.1.1	Struktur des Hopfenbaues .....	20
3.1.2	Hopfensorten .....	25
3.2	Ertragssituation im Jahre 2003 .....	26
3.2.1	Hopfenvermarktung 2003 .....	30
3.2.2	Welthopfenmarkt .....	30
<b>4</b>	<b>Züchtungsforschung Hopfen</b> .....	<b>33</b>
4.1	Praktische Hopfenzüchtung .....	33
4.1.1	Kreuzungen 2003 .....	33
4.1.2	Ergebnisse der Sämlingsprüfungen .....	33
4.1.2.1	Sämlinge 2000 .....	33
4.1.2.2	Sämlinge 2001 .....	34
4.1.2.3	Sämlinge 2002 .....	34
4.1.3	Neue Zuchtstämme aus Hüll erweitern die Vielfalt der Biere .....	35
4.1.3.1	Grundsätzliches zur Prüfung und Anmeldung der Zuchtstämme .....	35
4.1.3.2	Aromazuchtstämme 87/24/55 („Smaragd“) und 87/24/56 („Opal“) .....	35
4.1.3.3	Hochalphazuchtstämme 93/10/34, 93/10/36 und 93/10/63 .....	38
4.1.3.4	Hochalphazuchtstamm 95/94/816 .....	41
4.1.3.5	Leistungspotential der Hochalphazuchtstämme .....	42

4.1.4	Brauversuche der Forschungsbrauerei St. Johann mit neuen Zuchtstämmen aus Hüll ....	43
4.1.4.1	Hopfenanalyse .....	43
4.1.4.2	Sudbericht.....	43
4.1.4.3	Verkostungsergebnisse.....	44
4.1.4.4	Schlussbetrachtung und Ausblick .....	46
4.1.5	Mehltauresistenzzüchtung – Wildhopfen als vielversprechende Ressource für neue Mehltauresistenzen .....	48
4.2	Genomanalyse.....	49
4.2.1	Identifizierung von Mehltauresistenzmarker .....	49
4.2.2	Analyse von QTLs für $\alpha$ -, $\beta$ -Säure, Cohumulon, Xanthohumol und Ertrag.....	51
4.2.3	Weitere molekulare Analysen beim Hopfen.....	51
4.3	Erarbeitung einer effektiven Methode zur Erzeugung pilzresistenter Hopfen über Gentransfer .....	53
<b>5</b>	<b>Hopfenbau, Produktionstechnik .....</b>	<b>55</b>
5.1	Düngung .....	55
5.1.1	Nmin-Untersuchungen 2003 .....	55
5.1.2	Stickstoffbedarfsversuch nach Nmin in Biburg .....	58
5.1.3	Versuch mit Grüngutkompost - Bodenverbesserung - .....	61
5.2	Maiszünsler im Hopfen.....	62
5.2.1	Überwinterung in Rebenstrünken.....	62
5.2.2	Pheromonfallen.....	62
5.2.3	Warndiensthinweis.....	63
5.2.4	Bonitur auf Eiablage am 30.06. und 01.07.2003 .....	63
5.2.5	Witterungsverlauf im Juni.....	63
5.2.6	Bonituren auf Zünslerlarven vom 28.07. – 14.08.2003 .....	63
5.2.7	Bonitur nach der Ernte am Reststrunk, 17.09.2003 .....	64
5.2.8	Zusammenfassung .....	64
5.3	Versuche mit verschiedenen Erntezeiten bei Hallertauer Mfr. in Hüll (Busch-Farm).....	64
5.4	Dokumentation und Schwachstellenanalyse mit der Bayerischen Hopfenschlag- kartei (HSK) .....	67
5.5	Beratungs- und Schulungstätigkeit.....	72
5.5.1	Informationen in schriftlicher Form .....	72
5.5.2	Internet und Intranet.....	72
5.5.3	Telefonberatung und Ansagedienste.....	72
5.5.4	Führungen, Schulungen und Versammlungen .....	73

<b>6</b>	<b>Pflanzenschutz im Hopfenbau .....</b>	<b>74</b>
6.1	Durchführung von Versuchen zur Ermittlung von Rückstandshöchst- mengen nach GLP- (Gute-Labor-Praxis) Richtlinien .....	74
6.2	Schädlinge und Krankheiten des Hopfens .....	74
6.2.1	Liebstöckelrüssler ( <i>Othiorrhynchus ligustici</i> L.).....	74
6.2.2	Hopfenblattlaus [ <i>Phorodon humuli</i> (SCHRANK)].....	74
6.2.3	Gemeine Spinnmilbe ( <i>Tetranychus urticae</i> Koch) .....	75
6.2.4	Minderschädlinge.....	75
6.2.5	Peronospora [ <i>Pseudoperonospora humuli</i> (MIY. et TAK.) WILSON].....	76
6.2.6	Echter Mehltau ( <i>Sphaerotheca humuli</i> BURR.).....	78
6.2.7	Botrytis ( <i>Botrytis cinerea</i> PERS.) .....	82
6.3	Virusfreies Pflanzgut.....	83
<b>7</b>	<b>Hopfenqualität und -analytik .....</b>	<b>84</b>
7.1	Allgemeines .....	84
7.2	Zuchtprogramme.....	84
7.2.1	Zuchtprogramm Aromasorten .....	84
7.2.2	Zuchtprogramm Bittersorten .....	84
7.3	Welthopfensortiment.....	87
7.4	Xanthohumol.....	93
7.5	Ringanalysen zur Ernte 2003 .....	94
7.6	NIR-Kalibrierung .....	99
7.7	Diplomarbeit „Quantitative Bestimmung der Alterungskomponenten im ätherischen Öl des Hopfens mittels SPME“ .....	99
7.8	Differenzierung einer Auswahl des Welthopfensortiments und der Hüller Zuchtsorten nach $\alpha$ -Säuren und Polyphenolen und der Einfluss dieser Inhaltsstoffe auf die Bier- qualität.....	99
7.9	Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen der Ernte 2003.....	100
7.9.1	Probenauswahl .....	100
7.9.2	Beurteilung der Ergebnisse.....	102
7.9.3	Zusammenfassung .....	102
7.10	Kontrolle der Sortenechtheit.....	103
<b>8</b>	<b>Veröffentlichungen .....</b>	<b>104</b>

# 1 Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen

## 1.1 Laufende Forschungsvorhaben

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

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
- Finanzierung:** Hopfenverwertungsgesellschaft e.G.  
Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e. V.
- Projektleiter:** Dr. S. Seefelder; ORRin Dr. E. Seigner
- Kooperation:** Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH Agrarbiologische Forschung und  
Beratung, Freising
- Bearbeiter:** Dr. S. Seefelder, LTA P. Bauer (bis 30.06.03), LTA L. Logothetis,  
CL V. Mayer, LA A. Lutz, ORRin Dr. E. Seigner
- Laufzeit:** 01.05.2002- 31.06.2005
- Ziel:** Erarbeitung molekularer Selektionsmarker zur Beschleunigung der  
Mehltairesistenzzüchtung
- Ergebnisse:**
- Über künstliche Infektion mit einem definierten Mehltaiisolat wurden von zwei Kartierpopulationen mit den Resistenzträgern WH 25 und einer Kartierpopulation mit dem Wildhopfen WH 49 die Resistenzdaten ermittelt. Außerdem wurden bei EpiLogic Pflanzen früherer Kartierpopulationen, bei denen 2002 der Infektionstest keine eindeutige Zuordnung erlaubte, nachgetestet. Die phänotypischen Daten zeigten eine gute Übereinstimmung mit den molekularen Daten.
  - Die Suche nach Resistenzmarkern für das Resistenzgen R2 der Sorte 'Wye Target' wurde weiter forciert. Es konnten neben dem bisherigen Marker R2-I-181 noch weitere 9 DNA-Banden identifiziert werden, die eindeutig in den mehltairesistenten Sämlingen aller untersuchten R2-Kartierpopulationen nachgewiesen werden konnten. Die Verifizierung dieser Mehltairesistenz-Banden in einem Spektrum von 255 weiblichen und männlichen Zuchtstämmen ist noch nicht abgeschlossen.
  - An einer genetischen Karte, in der identifizierte DNA-Marker für Mehltairesistenz lokalisiert werden sollen, wird derzeit gearbeitet. Es zeigte sich, dass die Anzahl aller bisheriger Fingerprint-Daten für die Errechnung einer genetischen Karte noch nicht ausreicht. Neue Arbeiten schließen ein weiteres AFLP-Enzymsystem (PstI + MseI) mit ein.

## Analyse von QTLs für $\alpha$ -, $\beta$ -Säure, Cohumulon, Xanthohumol und Ertrag

**Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

**Finanzierung:** Hopsteiner, Mainburg,

**Projektleiter:** Dr. S. Seefelder  
**Koordination:** ORRin Dr. E. Seigner

**Kooperation:** P. Matthews, S S Steiner, USA

**Bearbeiter:** Dr. S. Seefelder, LTA P. Bauer (bis 30.06.03), LTA L. Logothetis,  
CL V. Mayer, LA A. Lutz

**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, Internodienabstand und Doldenform molekular zu beschreiben.

### Ergebnisse:

- Aus der Kreuzung 'Spalter Select' x männlicher Hüller Zuchtlinie 93/9/47 wurde eine Kartierpopulation von 139 weiblichen Pflanzen erstellt. Weibliche Sämlinge wurden nach der Geschlechtsbestimmung über molekulare Marker ausgewählt.
- An vier standardisierten Versuchsanlagen wurden jeweils 139 Genotypen in mehreren Wiederholungen ausgepflanzt.
- Ein Schwerpunkt der Arbeit lag auch in der Erarbeitung einer standardisierten Pflückmethode. Es hat sich gezeigt, dass für die Untersuchung der einzelnen Hopfenmuster die Maschinenpflücke von Einzelreben der Handpflücke einzelner Dolden vorzuziehen ist.
- Als wichtiges Fundament des zu bearbeitenden Projektes ist auch die molekulare Verifizierung der Genotypen der einzelnen Versuchsstandorte, die erfolgreich abgeschlossen werden konnte.
- Es konnte auch schon damit begonnen werden, AFLP-Fingerprints zu erstellen, die später die Basis für eine genetische Karte darstellen.

## **Erarbeitung einer effektiven Methode zur Erzeugung pilzresistenter Hopfen über Gentransfer**

**Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

**Finanzierung:** Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten

**Projektleiter:** ORRin Dr. E. Seigner

**Bearbeiter:** Dr. H. Radic-Miehle, MTLA P. Hartberger

**Laufzeit:** 01.11.2001-30.09.2004

### **Ziel:**

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Etablierung einer effizienten Transformationsmethode für den Gentransfer bei Hopfen. Nach Etablierung solch einer Methode sollen letztendlich Resistenz-Gene gegen pilzliche Erreger in den Hopfen übertragen werden.

### **Ergebnisse:**

- Internodien der Hüller Hopfensorten 'Hallertauer Magnum', 'Hallertauer Mittelfrüh', 'Saazer' und 'Saphir' wurden weiterhin mit dem GUS-Reportergensystem transformiert. Neben dem indirekten Gentransfer über die Agrobakterien-Infektion wurde auch erstmals die Genkanone, also der direkte Gentransfer, für eine transiente Expression eingesetzt.
- Auch ein erstes, eigenes Konstrukt mit einem Pilzresistenz-Gen wurde für die Transformation eingesetzt. Die Arbeit mit diesem Chitinase-Gen erwies sich dabei als aufwändiger als zunächst angenommen: über RNA-Isolation, RT-PCR und PCR wurde cDNA hergestellt und amplifiziert. Auch die weitere Klonierung dieser cDNA erwies sich als schwierig – vermutlich aufgrund ausgeprägter Sekundärstrukturen im Endbereich des Gens. Mittlerweile konnte das Gen jedoch erfolgreich mit Restriktionsschnittstellen bestückt und gerichtet in einen Promoter eingebaut werden.
- Dieses Konstrukt wurde zwischenzeitlich in einen binären Vektor übertragen, der nun für Gentransferversuche an Hopfenpflanzen zur Verfügung steht. Erste transgene Hopfenpflanzen, die dieses Resistenzgen in ihr Genom aufgenommen haben, werden zur Zeit mittels PCR, SDS-PAGE und Infektionstest überprüft.

## Wildhopfen – neue genetische Ressourcen für die Mehltaresistenzzüchtung

**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:** A. Lutz, J. Kneidl; S. Hasyn (EpiLogic)

**Laufzeit:** 01.03.2003 –30.04.2006

**Ziel:** Zielsetzung dieses Projektes ist es, neuartige, bisher noch nicht bekannte Resistenzen in unserem Wildhopfensortiment zu identifiziert. Diese neuen, noch voll wirksamen Mehltaresistenzgene sollen zur Einkreuzung und Verbreiterung der genetischen Basis im Hüller Zuchtmaterial genutzt werden.

### Ergebnisse:

- 750 Wildhopfen wurden im Gewächshaus auf ihre Mehltaresistenz hin geprüft. Die künstliche Inokulation im Gewächshaus wurde mit Mehltaurassen durchgeführt, die das Virulenzspektrum der in der Hallertau vorherrschenden Mehltaupopulationen repräsentieren. 144 Individuen zeigten sich dabei als resistent.
- Im Labor von EpiLogic wurden 355 Wildhopfen, die vorher bereits in Hüll im Gewächshaus keinen oder nur geringen Mehltaubefall zeigten, auf ihre Resistenz gegenüber einem englischen Mehltausolat getestet. Auf den jungen, hoch empfindlichen Blättern von 90 Sämlingen wurde dabei kein oder extrem wenig Wachstum des Mehltaupilzes beobachtet.
- Nach der ersten Prüfsaison im Gewächshaus und im Labor zeigten sich 64 Wildhopfen gegenüber allen bisher eingesetzten Mehltaurassen (v1,v2,v3,v4,v6,vB-Virulentypen) als widerstandsfähig. Nur diese Individuen werden in der neuen Saison weiter auf Mehltaresistenz geprüft.
- Um Resistenzgene im Wildhopfenpool zu finden, die gegenüber allen bisher bekannten Virulenzgenen aus Mehltaupopulationen von Deutschland, England, Frankreich und den USA resistent sind, muss 2004 im Labor mit Mehltausolaten gescreent werden, die den v5-Virulentyp zeigen.

## Prüfung produktionstechnischer Maßnahmen für den ökologischen Hopfenbau

<b>Träger:</b>	LfL, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
<b>Finanzierung:</b>	Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten
<b>Projektleiter:</b>	Ltd.LD B. Engelhard
<b>Bearbeiter:</b>	Dr. F. Weihrauch, M. Felsl, M. Fischer, A. Neuhauser
<b>Laufzeit:</b>	01.04.2002 – 31.03.2005
<b>Ziele:</b>	Erprobung von Methoden zur Förderung von Nützlingen, insbesondere durch Schaffung von Überwinterungsquartieren, im ökologischen Hopfenbau; Prüfung von Pflanzenschutzmitteln, die den Erzeugungsregeln für den ökologischen Hopfenbau entsprechen

### Ergebnisse:

Im zweiten Projektjahr wurden die folgenden Teilbereiche bearbeitet und dabei die folgenden, in Kürze vorgestellten Ergebnisse erzielt:

Für den **Einsatz und die Etablierung von Raubmilben in Hopfengärten** wurde wie im Vorjahr am Standort Buch ein Großversuch auf etwa 1 ha mit vier Versuchsgliedern in jeweils vier Wiederholungen angelegt. In insgesamt acht Parzellen wurden Raubmilben (*Typhlodromus pyri*) aus einer kommerziellen Zucht in Tüten mit jeweils etwa 100 Stück (insgesamt ca. 8.000 Stück) am 18.06. punktuell an jeder siebten Pflanze ausgebracht und die weitere Spinnmilben- (*Tetranychus urticae*) und Raubmilbenentwicklung im Bestand wöchentlich bonitiert. Am 26.06. erfolgte eine zweite punktuelle Ausbringung von *T. pyri* zentral in den Parzellen (ca. 8.000 Stück); insgesamt wurden somit durchschnittlich 20 Tiere pro Pflanze freigelassen. Der gewünschte Effekt der Spinnmilbenkontrolle konnte wie 2002 nur in geringem Maße erzielt werden, da sich die Raubmilbenparzellen bis zur Ernte in ihrem Spinnmilbenbefall zwar erkennbar, aber nicht ertragsrelevant von den unbehandelten unterschieden. Allerdings konnten mit 127 Stück deutlich mehr *T. pyri* als im Vorjahr bei den Bonituren wiedergefunden werden. Aufgrund des extremen Spinnmilbendrucks 2003 waren bereits im Hochsommer alle Versuchspartellen so stark befallen, dass zur Eindämmung des sich abzeichnenden Schadens 50 % aller Parzellen am 30.07. mit einem Akarizid überspritzt wurden. Die übrigen, unbehandelten Versuchspartellen lieferten bei der Ernte nicht mehr vermarktungsfähigen Hopfen.

An den Hopfensäulen wurden vor der Ernte wiederum Filzbänder als Überwinterungsquartier für Raubmilben angebracht und jeweils eine Säulenaufleitung bis in den Winter hängen gelassen. Der Besatz dieser Winterquartiere mit Raubmilben wird derzeit noch ausgewertet. Bei der Auswertung der Filzbänder aus dem Winter 2002/2003 konnten allerdings keine überwinternden Raubmilben nachgewiesen werden, im Gegensatz zu Spinnmilben, die diese Quartiere sehr wohl nutzten.

Die **Weiterentwicklung einer Methode zur Kontrolle der Gemeinen Spinnmilbe durch Leimbarrieren** an den Hopfenreben wurde im selben Versuch als viertes Versuchsglied durchgeführt. Die Leim-Variante lag hinsichtlich des Spinnmilbenbefalls zwar wiederum deutlich unter allen anderen Varianten, doch der außergewöhnliche Spinnmilbendruck des extrem heißen Jahres 2003 sorgte nach zehn Versuchsjahren erstmals dafür, dass die mit Leim behandelten Parzellen dem Druck nicht mehr standhielten und hier ebenfalls deutliche Spinnmilbenschäden verzeichnet wurden. Der Einsatz des schleppergeheizten Applikationsgerätes für die Ausbringung des Leims erfolgte technisch auch großflächig wiederum ohne Probleme.

Der Versuch zur **Anlockung von Florfliegen zur Blattlauskontrolle** erfolgte am Standort Ursbach. In vier Großraumparzellen wurden am 20.05., 02.06. und 11.08. die Pflanzen mit einer Spritzung von "künstlichem Honigtau" (Mischung aus Honig, Bierhefe und Wasser mit 1% Funguran zur Verhinderung der Schwärzepilzbildung) behandelt. Die in den Folgewochen durchgeführten Nützlingsbonituren ergaben jedoch keine höheren Florfliegendichten (Eier, Larven, Puppen und Imagines) als in unbehandelten Parzellen, so dass dieser Versuch als bislang erfolglos angesehen werden muss.

Die **Schaffung von Überwinterungsquartieren für Florfliegen im Hopfen** ist wie im Vorjahr als Erfolg zu bezeichnen. Am 26.08. wurden am Standort Ursbach im Versuchsgarten 16 speziell konzipierte "Florfliegenhotels" (mit Lamellenöffnungen versehene Quader aus dünnen Spanplatten mit einer Seitenlänge von 30 cm, die mit Stroh befüllt waren) und am Standort Buch acht Hotels vor der Ernte an die Hopfensäulen gehängt. Daneben wurden in Ursbach je vier weitere Florfliegenhotels an zwei verschiedenen Standorten in Nähe des Hopfengartens (Waldrand, kleine Waldlichtung) an 150 cm hohen Holzpflocken aufgestellt. Die Hotels wurden am 22.12. abgebaut und kühl und dunkel in einer Scheune zwischengelagert. Die bei der Abfassung des Berichtes noch nicht abgeschlossene Bestimmung und Zählung der darin überwinternden Arthropoden ergab vergleichbare Ergebnisse wie 2002: Die mit Abstand größte Zahl überwinternder Florfliegen war mit bislang maximal 396 Tieren an den Hopfensäulen zu finden. Die Überwinterungsraten an den anderen Expositionsorten lagen wiederum deutlich darunter. Das antagonistische Potential eines Hotels ist durchaus erstaunlich: Bei (nach den Daten beider Versuchsjahre) etwa 130 bis 150 überwinternden Florfliegenweibchen, die im Frühling jeweils etwa 300 Eier produzieren, aus denen Larven schlüpfen, die im Laufe ihrer Entwicklung etwa je 300 Blattläuse vertilgen, liegt es über zwölf Millionen Blattläusen.

Der gezielte Einsatz dieses Potentials konnte bei der Öffnung der Hotels im Versuchsgarten im Mai 2003 allerdings nicht untersucht werden, da nach den extrem hohen Frühjahrstemperaturen 2003 trotz möglichst kühler und dunkler Lagerung praktisch alle Tiere die Hotels im Mai bereits verlassen hatten. Dieses Manko soll 2004 durch die Frühjahrslagerung unter besser kontrollierten Bedingungen als 2003 behoben werden.

Zur **Prüfung von Pflanzenschutzmitteln, die den Erzeugungsregeln für den Öko-Hopfenbau entsprechen**, wurden am Standort Ursbach zwei Großversuche mit jeweils vier Wiederholungen pro Versuchsglied zur Bekämpfung der Hopfenblattlaus (*Phorodon humuli*) angelegt. In einem Versuch wurde das 2002 sehr gut wirksame Quassia-Extrakt untersucht, und in einem weiteren Versuchsgarten die Effektivität drei verschiedener NeemAzal-Formulierungen incl. eines Granulates. Beide Versuche ergaben wegen der extremen Witterung, die die Blattlauspopulationen in allen Parzellen bereits Ende Juni völlig zusammenbrechen ließ, leider keine Ergebnisse. Bei einem weiteren Blattlausversuch am Standort Buch (drei Wiederholungen, Sorte HM) erbrachte "Spruzit Neu" ausgesprochen positive Ergebnisse und war mit Wirkungsgraden bis 98,2% deutlich besser als das Vergleichsmittel.

Die Prüfung des Pflanzenstärkungsmittels "reacre" zur Bekämpfung des Echten Mehltaus (*Sphaerotheca humuli*) am Standort Hofen konnte leider ebenfalls nicht ausgewertet werden, da im Jahr 2003 auch in unbehandelten Parzellen witterungsbedingt keine Mehltau-Infektionen auftraten.

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

**Träger:** LfL, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

**Finanzierung:** Busch Agricultural Resources International, Inc. (BARI), DOW AgroSciences

**Projektleiter:** Ltd. LD B. Engelhard

**Bearbeiter:** Bernhard Engelhard, Dr. Klaus Kammhuber, Herfried Hesse, Stefan Fuß, Georg Kindsmüller

**Laufzeit:** 2003 – 2006

- Ziele:**
1. Bestimmung des Zeitpunktes der Erstinfektion durch Ascosporen (Primärinfektion)
  2. Kenntnis der Witterungsvoraussetzungen für die weitere Vermehrung (Sporulation) des Pilzes und damit Schaffung der Grundlagen für optimale Terminierung der Bekämpfungsmaßnahmen.

### **Ergebnisse:**

#### **1. Infektion durch Ascosporen aus Kleistothezien**

Junge Hopfenpflanzen wurden in der Zeit von Mitte April bis Ende Juni im Freiland in ein Massenlager von mit Mehltau infizierten Hopfenreben gestellt. Die Jungpflanzen wurden wöchentlich ausgetauscht und anschließend eine Woche in einen Klimaschrank gestellt, um unter kontrollierten Bedingungen die Bildung von Mehltaupusteln zu ermöglichen.

An zwei Terminen wurde leichter Befall beobachtet. Unter Einfluss von direkter Sonnenbestrahlung sind die Pusteln wieder verschwunden.

Der Zeitpunkt der Entlassung der Ascosporen aus den Kleistothezien konnte somit nicht festgestellt werden.

#### **2. Vergleich von Witterungsparametern mit der Befallsstärke von Mehltau in Praxisgärten, 1998 – 2003**

Datengrundlage für diesen Vergleich ist die Agrarmeteorologie Messstation des bayerischen Messnetzes am Standort Hüll. Die Witterungsdaten der Monate April bis Juni

- Temperatur
- Niederschlag
- Luftfeuchtigkeit und
- Sonnenscheinintensität (Wattstunden/m<sup>2</sup>; Wh/m<sup>2</sup>)

wurden nach verschiedenen Vorgaben geschichtet und mit dem Befall des jeweiligen Jahres verglichen.

Den ersten logischen Zusammenhang zwischen Mehltau und Witterungsparameter brachten folgende Vorgaben:

nachts	(21° - 8°) ≥ 10°C + ≥ 1 mm Niederschlag
Folgetag	(9° - 20°) ≥ 10°C + ≤ 3000 Wattstunden/m <sup>2</sup>
Folgenacht	(21° - 8°) ≥ 10°C + ≥ 1 mm Niederschlag oder ≥ 5 mm in den letzten 24 Stunden
Folgetag	(9° - 20°) ≥ 10°C + ≤ 3000 Wattstunden/m <sup>2</sup>

Sofern die Vorgaben über mindestens zwei Tage erfüllt werden, besteht nach derzeitigem Kenntnisstand eine hohe Wahrscheinlichkeit für die Erstinfektion mittels Ascosporen; aber auch die Vermehrung und Infektion durch Sommersporen scheint unter diesen Bedingungen optimale Voraussetzungen zu haben.

### **Entwicklung eines Einzelrebenprüfgerätes für die Amtliche Mittelprüfung in der Sonderkultur Hopfen**

- Träger:** LfL, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
- Finanzierung:** BASF, BayerCropScience, DOW AgroSciences, Spiess-Urania, Syngenta  
Dank der Firma Wallner, Wolnzach für den Leihschlepper während des Jahres 2003
- Kooperation:** LfL, Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik (ILT) – gesamte technische Entwicklung
- Projektleiter:** Ltd. LD B. Engelhard
- Bearbeiter:** Dipl.Ing. (FH) Gerhard Rödel (ILT), LOI Renate Huber, Martin Schöttl-Pichlmaier (Diplomarbeit an FH Weihenstephan), LHS Georg Meyr, Johann Weiher
- Laufzeit:** 2003 – 2004
- Ziel:** Die Versuche zur amtlichen Mittelprüfung im Hopfen werden mit einem (speziell umgebauten) praxisüblichen Gebläsesprayer durchgeführt. Um die Nachteile dieses Verfahrens auszuschließen, wurde, mit Unterstützung der Pflanzenschutzfirmen, ein Prototyp zur Einzelrebenbehandlung entwickelt. Es sollen damit die Voraussetzungen für die Testung von Entwicklungsprodukten, Ermittlung von Grenzkonzentrationen und Zusatz von Adjutantien geschaffen werden.

## **Ergebnisse:**

Die umfangreichen technischen Vorgaben wurden seitens der Arbeitsgruppe Pflanzenschutz Hopfen vorgegeben.

Aus den verschiedensten technischen Möglichkeiten wurden folgende Varianten ausgewählt:

- Bewegung des Düsenkranzes in der Höhe von 1 - 7 m an einem 3-fach ausfahrbaren Turm aus Metall
- Anbringung des Turms in Frontanbau (Sicht!)
- Turm muss in 360° beweglich sein (Schrägaufleitung der Reben)
- Spritzbrühbehälter direkt am Düsenkranz, um kurze Leitungen mit Brüheinhalt (Reinigung!) zu erhalten
- Spritzdruckerzeugung über Kompressor (Luftdruck)
- Wechsel der Spritzbrühebehälter über Schnellverschluss; Transport auf Spezialanbau am Heck des Schleppers

Erste Tests zeigten, dass die Düsenbestückung und die Abschirmung zu den Nachbarreben noch nicht optimiert ist. Auch bei angewinkelter Düsenstellung um 30°C nach oben, wird noch keine ausreichende Benetzung der Blattunterseite erreicht.

2004 müssen noch vergleichende Versuche mit der bisherigen Spritztechnik durchgeführt werden.

## **Differenzierung einer Auswahl des Welthopfensortiments und der Hüller Zuchtsorten nach $\alpha$ -Säuren und Polyphenolen und der Einfluss dieser Inhaltsstoffe auf die Bitterqualität**

**Träger:** LfL, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

**Finanzierung:** Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.

**Projektleiter:** RR Dr. K. Kammhuber

**Kooperation:** Versuchsbrauerei St. Johann (Hopfenveredelung St. Johann GmbH & Co. KG)

**Bearbeiter:** CTA B. Wyszkon, RR Dr. K. Kammhuber

**Laufzeit:** 01.11.2003 – 31.03.2005

**Ziel:** Ziel des Projekts ist es, herauszufinden, ob Hopfensorten mit extrem unterschiedlichen Inhaltsstoffen einen bemerkbaren Einfluss auf die Bierqualität haben, wobei auch Sudversuche gemacht werden sollen.

**Ergebnisse:** Eine HPLC-Trennung wurde ausgearbeitet, die es ermöglicht, alle sechs Hopfenbitterstoffe sowie Xanthohumol in einem Lauf zu analysieren. Es wurde begonnen, das Welthopfensortiment mit dieser Methode zu untersuchen.

## 1.2 Forschungsschwerpunkte

### 1.2.1 Forschungsschwerpunkte Züchtung

#### Züchtung von mehltaresistenten Qualitätssorten im Aroma – und Bitterstoffbereich

**Leitung:** ORRin Dr. E. Seigner

**Bearbeitung:** A. Lutz, 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:

- In 2003 wurden 110 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 Inokulation mit vier verschiedenen Mehltausisolaten auf ihre Resistenz hin gescreent. Drei Hüller Sorten und 10 Fremdsorten sowie 41 Zuchtlinien wurden ebenso in diese Gewächshausprüfung miteingeschlossen.
  - Nur als resistent eingestufte Individuen wurden nach der Resistenzprüfung im Gewächshaus im Feldanbau unter natürlichen Infektionsbedingungen und ohne Fungizideinsatz (ca. 4000 Sämlinge pro Jahrgang) auf ihre Mehltaresistenzigenschaften hin untersucht.
- Prüfung auf Mehltaresistenz im Labor

Zur Zeit stehen 13 verschiedene Mehltausolate mit charakterisierten Virulenzeigenschaften für die Testungen in der Petrischale zur Verfügung. Damit kann auf fast alle bisher weltweit in der Züchtung verwendeten Resistenzen geprüft werden.

Um auf Resistenz gegenüber Mehltaurassen zu testen, die noch nicht in Deutschland aufgetreten sind, wurden 5 Sorten, 30 Zuchtlinien und 355 Wildhopfen in der Petrischale nach künstlicher Inokulation mit einem englischen Mehltausolate geprüft.

Nur mit Hopfen, die in allen Tests Widerstandsfähigkeit gegenüber Echtem Mehltau zeigen, wird in der Züchtung weitergearbeitet.

## **1.2.2 Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik**

**Projektleiter:** LD G. Roßbauer (bis 31.03.03), LOR J. Portner (ab 01.07.03)

**Bearbeiter:** LA E. Niedermeier, LA J. Münsterer

### **Stickstoffdünger mit Nitrifikationshemmern**

Nitrathaltige Stickstoffdünger sind schnell löslich und sofort düngewirksam; es besteht der Verdacht, dass durch ein hohes Nitratangebot die Welkegefahr erhöht wird und die Anfälligkeit gegenüber Echtem Mehltau zunimmt. Bei größeren Niederschlagsereignissen kann eine Stickstoffverlagerung gerade auf leichten Standorten nicht ausgeschlossen werden. Bei stickstoffstabilisierten Düngern wird die Nitrifikation des Ammoniumstickstoffes gehemmt; damit wird der Stickstoff den Hopfenpflanzen langsam zu Verfügung gestellt.

Zum Vergleich wird in dem Versuch handelsüblicher Ammon-Nitrat-Stickstoffdünger eingesetzt. Zusätzlich soll mit einer Reduzierung der Stickstoffgaben untersucht werden, inwieweit der Ertrag beeinflusst wird.

### **Erntezeitversuche**

Um den optimalen Erntezeitpunkt zu bestimmen, werden aus einem Praxisbestand im Abstand von 3 Tagen in vierfacher Wiederholung je 20 Aufleitungen geerntet. Die Auswertung erfolgt auf Ertrag, Alphasäuregehalt, Aroma und äußere Qualität (Pflücke, Farbe und Glanz, Zapfenwuchs und Mängel)

### **Optimale Trocknung und Konditionierung**

Die praxisübliche Vorgehensweise der Trocknung und Konditionierung des Hopfens nach Zeit bzw. subjektivem Empfinden führt häufig zu unbefriedigenden Ergebnissen hinsichtlich der Hopfenendfeuchte und Qualitätserhaltung der Dolden.

Die Erprobung verschiedener technischer Hilfsmittel in Praxisbetrieben soll nach Auswertung umfangreicher Messdaten objektive Sollwerte liefern und den Einsatz geeigneter technischer Hilfsmittel etablieren, die letztendlich dazu führen, die Bedienungs- und Steuerungsabläufe zu automatisieren. Dadurch wird der Hopfenpflanzler in seiner Überwachungsfunktion beim Prozess der Trocknung und Konditionierung entlastet und die Hopfenqualität bei optimaler wirtschaftlicher Leistung erhalten.

### 1.2.3 Forschungsschwerpunkte Pflanzenschutz

**Projektleiter:** Ltd. LD B. Engelhard

#### 4 Harmonisierung der Zulassung von Pflanzenschutzmittel

**Bearbeiter:** Ltd. LD B. Engelhard, LOI in R. Huber

**Kooperation:** Verband deutscher Hopfenpflanzer e.V.  
Hopfenwirtschaftsverband e.V.  
U.S. Hop Industry Plant Protection Committee

In fast allen hopfenproduzierenden Ländern hat die Produktion für den Export eine große Bedeutung. Bei der Einfuhr in die Empfängerländer müssen die Vorschriften für die maximal zulässigen Höchstmengen von Pflanzenschutzmittel dieser Länder beachtet werden.

Mit Unterstützung der Pflanzenschutzindustrie und der gesamten Hopfenwirtschaft ist es in den zurückliegenden Jahren gelungen, einen hohen Standard zu erreichen. Durch intensiven Informationsaustausch über die geplanten Prüfungen der Pflanzenschutzmittel, insbesondere in den Ländern USA und Deutschland, konnten Rückstandshöchstmengen für die gleichen Pflanzenschutzmittel in beiden Ländern erarbeitet und in Rechtsform umgesetzt werden. Aus deutscher Sicht ist besonders die unermüdliche Arbeit von Frau Ann George, U.S. Hop Industry Plant Protection Committee, hervorzuheben.

Mit der Harmonisierung zwischen USA und Deutschland werden auch die Handelsbarrieren zu anderen Importländern abgebaut.

#### **Amtliche Mittelprüfung mit Schwerpunkt zur Bekämpfung des Liebstöckelrüsslers (*Othiorrynchus ligustici*), der Hopfenblattlaus (*Phorodon humuli*) und Gemeiner Spinnmilbe (*Tetranychus urticae*)**

**Bearbeiter:** LOI in R. Huber, LHS G. Meyr, O. Ehrenstraßer, M. Fischer, J. Weiher

**Kooperation:** Firmen der Pflanzenschutzindustrie

Während bei Fungiziden ein relativ gutes Sortiment an Pflanzenschutzmittel zugelassen ist, bestehen momentan bzw. entstehen in absehbarer Zeit, gewisse Lücken bei der Bekämpfung der Blattlaus und Gemeinen Spinnmilbe. Der Schwerpunkt der Mittelprüfung wurde 2003 deshalb auf Insektizide und Akarizide gelegt.

Zur Blattlausbekämpfung wurden mit dem Wirkstoff Flonicamid (IBE 3894) aus Japan sehr gute Ergebnisse in der biologischen Prüfung erzielt.

Zukünftige erfolgversprechende Produkte zur Spinnmilbenbekämpfung sind Acrimide (Bifenazate), Envidor (Spirodiclofen) und Milbeknock (Milbemectin).

Mehrere zugelassene Produkte sind unabdingbare Voraussetzung für eine erfolgversprechende Resistenzstrategie durch Wirkstoffwechsel.

## **Schließen von Wirkstofflücken durch Lückenindikation**

**Bearbeiter:** Ltd. LD B. Engelhard, LOI`in R. Huber, LA J. Münsterer, LHS G. Meyr, J. Weiher

**Kooperation:** Unterarbeitskreis Lückenindikation Hopfen unter Leitung von LD G. Meinert, Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart

Für Schadorganismen, die nur in begrenztem Umfang vorkommen, besteht nach dem Pflanzenschutzgesetz die Möglichkeit, auf „Genehmigung“ der Produkte nach einem vereinfachten Verfahren.

Abgeklärt werden muss auch in diesen Fällen die Frage möglicher Rückstände dieser Wirkstoffe.

Im laufenden Jahr wurden Versuche zu folgenden Produkten durchgeführt:

Lotus (Cinidon-etyl); Spotlight plus (Carfentrazone-etyl); Gallant super (Haloxypop); Spruzid Neu (natürliches Pyrethrum), MCPA, Runner (Methoxyfenozide), Steward (Indoxacarb), Fongonil (Metalaxyl-M); Oncol 20 EC (Benfuracarb)

## **Einfluss der Produkte zur Bekämpfung des Echten Mehltaus auf den Alphasäuregehalt und den Ertrag**

**Bearbeiter:** LOI`in R. Huber, LHS G. Meyr, J. Weiher, M. Fischer, A. Baumgartner

Es ist grundsätzlich zu prüfen, ob die eingesetzten Pflanzenschutzmittel, neben der Wirksamkeit gegen den jeweiligen Schadorganismus, einen positiven oder negativen Einfluss auf den Ertrag ausüben.

Die Wirkstoffgruppe der „Strobilurine“ zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten wird in anderen Kulturen der sogenannte „greening-effekt“ zugeschrieben; dies bedeutet, dass die Pflanzen länger grün bleiben, mehr Nährstoffe einlagern und dadurch höhere Erträge erzielen.

Der direkte Vergleich aller zugelassenen Wirkstoffgruppen hat im ersten Prüfwahl 2002 **keine** unterschiedlichen Alphasäuregehalte und Erträge gebracht.

Im Erntejahr 2003 sind die Erträge zwischen den Parzellen stark schwankend. Eine statistische Verrechnung ist nicht möglich.

### **1.2.4 Forschungsschwerpunkte Qualität, Chemie und Technologie des Hopfens**

**Projektleiter:** RR Dr. K. Kammhuber

#### **Entwicklung einer NIR-Kalibrierung basierend auf HPLC-Daten**

**Kooperation:** Dr. M. Biendl, Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft mbH  
J. Betzenbichler, Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft mbH  
R. Schmidt, NATECO<sub>2</sub> GmbH & Co. KG  
U. Weiss, Hopfenveredelung HVG Barth, Raiser GmbH & Co. KG

**Bearbeiter:** CL E. Neuhof-Buckl, CTA B. Wyszkon, RR Dr. K. Kammhuber

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

Im September 2000 wurde von den Labors der oben genannten Firmen und der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Hüll begonnen, eine NIR-Kalibrierung, basierend auf HPLC-Daten, aufzubauen. Diese Kalibrierung wird jedes Jahr erweitert und überprüft. Innerhalb der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA) wird entschieden, wann diese Kalibrierung für die Praxis geeignet ist. Im Jahr 2003 waren die  $\alpha$ -Säuregehalte sehr gering, so dass die bestehende Kalibrierung sogar teilweise negative Werte lieferte. Bis zur nächsten Ernte wird die Kalibrierung mit den Daten der Ernte 2003 erweitert und validiert.

## 2 Witterung 2003

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

Nach einem überdurchschnittlich regenreichen Herbst 2002 mussten die Bodenbearbeitungsmaßnahmen auf das Frühjahr 2003 verlegt werden.

Eine geschlossene Schneedecke mit herrlicher Winterwitterung vom 08. Februar bis Ende des Monats ermöglichte sehr gute Bedingungen zum Draht aufhängen, zur Ziehung von Bodenproben für Stickstoffuntersuchung und zum ersten Schneiden verschiedener Sorten.

Der trockene, sonnige März brachte optimale Bedingungen für die Frühjahrsarbeiten. Im April gab es in Form von z.T. starker Stockfäule noch Nachwirkungen vom nassen Herbst des Vorjahres.

Wie in der Tabelle im Vergleich zum 10jährigen Durchschnitt deutlich wird, lagen in allen Monaten von Februar bis August die Niederschläge deutlich unter und die Durchschnittstemperaturen deutlich über dem 10jährigen Durchschnitt von 1993 – 2002. Selbst im letzten großen Trockenjahr 1947 gab es keine sieben Monate zusammenhängend mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen.

Hopfen hat ein sehr kräftiges Wurzelwerk, das (wenn die Bodenverhältnisse es erlauben), auch vier Meter tief vordringen kann. Die Trockenheit im Frühjahr bis Ende Juni konnte deshalb, trotz der bereits hohen Temperaturen, gut verkraftet werden. Allerdings war dann der gesamte Wasservorrat im Boden aufgebraucht und in den Monaten Juli und August, die Zeit mit dem höchsten Wasserbedarf, blieb der Regen weiter aus.

Dass diese Extreme der Hopfen grundsätzlich noch so gut überstanden hat, ist darauf zurückzuführen, dass bereits im Frühjahr Wassermangel herrschte und damit

- die Pflanzen zu erhöhtem Wurzelwachstum angeregt wurden und
- beim Befahren der Hopfengärten keinerlei Bodenverdichtungen entstanden sind.

Bereits um den 10. Juni haben alle Sorten die Gerüsthöhe erreicht. Hallertauer Mittelfrüher und Northern Brewer begannen noch vor dem 20. Juni mit der Blüte.

Von Juni bis August wäre es für den Hopfen (nicht für die Brauer und nicht für die Urlauber) ideal, wenn in jedem Monat 100 mm Regen fallen würden; Ertrag und Alphasäuregehalt erreichen dann ihr Optimum.

Regional eng begrenzt hat es Niederschläge gegeben, die sich in höheren Erträgen ausgewirkt haben. Insgesamt hat die Witterung in einem außergewöhnlichen Jahr auch von der Kultur Hopfen seinen Tribut gefordert und

- niedrige Erträge
- gekoppelt mit sehr niedrigen Alphasäuregehalten gebracht.

Die Ernte begann bei der Sorte Hallertauer Mittelfrüher bereits am 10. August.

**Tabelle 2.1: Witterungsverhältnisse 2003 zum 10-jährigen Durchschnitt**

Monat	Niederschlag (mm)			Temperatur (°C)		
	Ø 1993-2002	2003	± zu Ø	Ø 1993-2002	2003	± zu Ø
Januar	36,4	41,8	+ 15 %	minus 0,6	minus 1,3	
Februar	38,2	15,3	- 60 %	1,3	minus 4,7	
März	67,3	14,6	- 88 %	3,9	4,8	+ 23 %
April	53,5	21,8	- 59 %	8,3	8,3	± 0
Mai	77,8	67,3	- 14 %	13,9	15,1	+ 9 %
Juni	100,3	39,6	- 60 %	16,0	21,4	+ 34 %
Juli	112,7	64,3	- 43 %	17,5	18,7	+ 7 %
August	81,7	16,1	- 80 %	17,5	21,1	+ 21 %
<b>März-August</b>	<b>493,3</b>	<b>223,7</b>	<b>- 55 %</b>	<b>12,8</b>	<b>14,9</b>	<b>+ 16 %</b>

**Tabelle 2.2. Witterungsdaten (Monatsmittelwerte bzw. Monatssumme) vom Jahre 2003 im Vergleich zu den 10- und 50-jährigen Mittelwerten**

Monat		Temperatur in 2 m Höhe			Relat. Luftf. (%)	Nieder-schlag (mm)	Tage m. N'schlag >0,2 mm	Sonnenschein (Std.)
		Mittel (°C)	Min.Ø (°C)	Max.Ø (°C)				
Januar	2003	-1,3	-4,6	2,3	90,4	41,8	12,0	62,6
	Ø 10-j.	-0,6	-3,3	2,8	86,4	36,4	11,2	63,8
	50-j.	-2,4	-5,1	1,0	85,7	51,7	13,7	44,5
Februar	2003	-4,7	-10,9	2,4	84,7	15,3	6,0	136,1
	Ø 10-j.	1,3	-2,8	5,8	82,9	38,2	11,8	90,4
	50-j.	-1,2	-5,1	2,9	82,8	48,4	12,8	68,7
März	2003	4,8	-1,2	12,5	73,2	14,6	7,0	182,4
	Ø 10-j.	3,9	0,1	9,4	79,0	67,3	15,2	133,1
	50-j.	2,7	-2,3	8,2	78,8	43,5	11,3	134,4
April	2003	8,3	1,3	15,2	63,5	21,8	6,0	208,6
	Ø 10-j.	8,0	2,7	13,5	74,7	63,2	11,4	158,8
	50-j.	7,4	1,8	13,3	75,9	55,9	12,4	165,0
Mai	2003	15,1	8,9	22,0	75,2	67,3	15,0	205,0
	Ø 10-j.	13,9	7,7	19,9	71,3	77,8	11,9	219,4
	50-j.	11,9	5,7	17,8	75,1	86,1	14,0	207,4
Juni	2003	21,4	12,8	30,2	70,9	39,6	13,0	306,1
	Ø 10-j.	16,0	9,9	22,0	72,6	100,3	14,5	218,5
	50-j.	15,3	8,9	21,2	75,6	106,1	14,2	220,0
Juli	2003	18,7	11,7	26,1	72,4	64,3	12,0	261,1
	Ø 10-j.	17,5	11,7	23,6	74,8	112,7	15,6	211,8
	50-j.	16,9	10,6	23,1	76,3	108,4	13,9	240,3
August	2003	21,1	12,8	30,0	69,1	16,1	3,0	292,2
	Ø 10-j.	17,5	11,4	24,0	75,9	81,7	12,4	219,3
	50-j.	16,0	10,2	22,5	79,4	94,9	13,3	218,4
September	2003	13,2	6,3	21,3	76,9	47,1	6,0	215,7
	Ø 10-j.	12,8	7,8	18,5	81,4	77,3	13,8	152,6
	50-j.	12,8	7,4	19,4	81,5	65,9	11,4	174,5
Oktober	2003	6,0	1,6	11,0	83,3	89,3	12,0	121,7
	Ø 10-j.	9,1	5,1	13,8	85,2	65,7	13,7	105,4
	50-j.	7,5	2,8	13,0	84,8	60,0	10,4	112,9
November	2003	3,9	0,4	7,8	91,7	40,4	9,0	69,5
	Ø 10-j.	3,2	0,3	6,3	89,0	56,1	11,3	59,7
	50-j.	3,2	-0,2	6,4	87,5	58,8	12,6	42,8
Dezember	2003	0,3	-2,6	4,0	88,2	30,8	12,0	69,3
	Ø 10-j.	0,4	-2,5	3,2	87,7	53,6	14,5	51,9
	50-j.	-0,9	-4,4	1,6	88,1	49,1	13,3	34,3
Jahr 2003		8,9	3,0	15,4	78,3	488,4	113,0	2130,3
10 – jähriges Mittel		8,6	4,0	13,6	80,1	830,3	157,3	1684,5
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 1993 bis einschließlich 2002.

### 3 Statistische Daten zur Hopfenproduktion

Bernhard Engelhard, Dipl.Ing.agr.

#### 3.1 Anbaudaten

##### 3.1.1 Struktur des Hopfenbaues

Im Jahre 2003 verringerte sich die Hopfenfläche in der Bundesrepublik Deutschland um 789 ha auf 17 563 ha gegenüber 18 352 ha im Vorjahr (- 4,30 %).

Die Zahl der Hopfenbaubetriebe hat sich auch im Jahre 2003 verringert, nämlich um 155 (=7,98 %) von 1 943 auf 1 788 Betriebe. Die Durchschnittshopfenfläche je Betrieb für das gesamte Bundesgebiet liegt jetzt bei 9,82 ha gegenüber 9,45 ha im Jahre 2002.

**Tabelle 3.1: Zahl der Hopfenbaubetriebe und deren Hopfenfläche in der Bundesrepublik Deutschland**

Jahr	Zahl der Betriebe	durchschnittliche Hopfenfläche je Betrieb in ha
1953	14 631	0,58
1963	13 259	0,68
1973	8 591	2,33
1974	8 120	2,48
1975	7 654	2,64
1976	7 063	2,79
1977	6 617	2,90
1978	5 979	2,94
1979	5 772	2,99
1980	5 716	3,14
1981	5 649	3,40
1982	5 580	3,58
1983	5 408	3,66
1984	5 206	3,77
1985	5 044	3,89
1986	4 847	4,05
1987	4 613	4,18
1988	4 488	4,41
1989	4 298	4,64
1990	4 183	5,35
1991	3 957	5,70
1992	3 796	6,05
1993	3 616	6,37
1994	3 282	6,69
1995	3 122	7,01
1996	2 950	7,39
1997	2 790	7,66
1998	2 547	7,73
1999	2 324	7,87
2000	2 197	8,47
2001	2 126	8,95
2002	1 943	9,45
2003	1 788	9,82

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

Anbauggebiet	Hopfenanbauflächen				Hopfenbaubetriebe				Hopfenfläche je Betrieb in ha	
	in ha		Zunahme + / Abnahme - 2002 zu 2003		2002	2003	Zunahme + / Abnahme - 2002 zu 2003		2002	2003
	2002	2003	ha	%			Betriebe	%		
Hallertau	14 967	14 391	- 576	- 3,85	1 527	1 416	- 111	- 7,27	9,80	10,16
Spalt	427	395	- 32	- 7,49	118	107	- 11	- 9,32	3,62	3,69
Hersbruck	98	98	± 0	± 0	16	16	± 0	± 0	6,13	6,13
Tett nang	1 444	1 257	- 187	- 12,95	243	210	- 33	- 13,58	5,94	5,99
Bitburg u. ) Rheinpfalz )	20	20	± 0	± 0	2	2	± 0	± 0	10,00	10,00
Elbe-Saale	1 396	1402	+ 6	+ 43	37	37	± 0	± 0	37,73	37,89
Bundesgebiet	18 352	17 563	- 789	- 4,30	1 943	1 788	- 155	- 7,98	9,45	9,82

Abbildung 3.1:

### Hopfenanbauflächen im Bundesgebiet und im Anbaubereich Hallertau

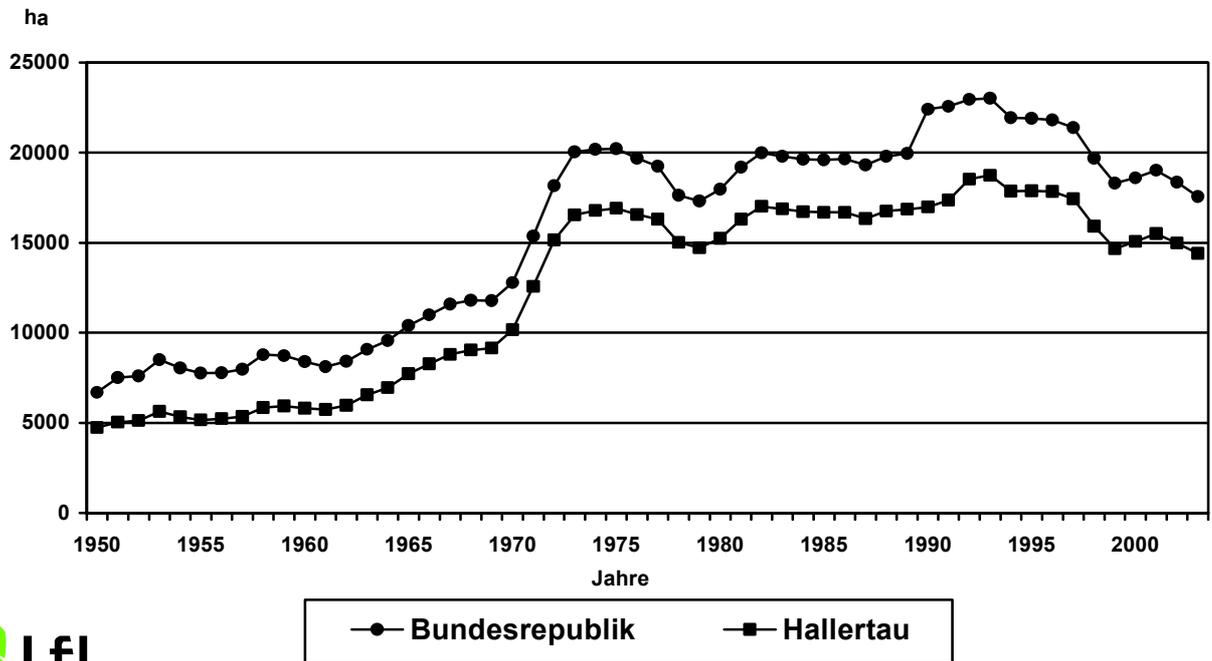
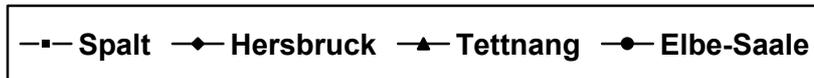
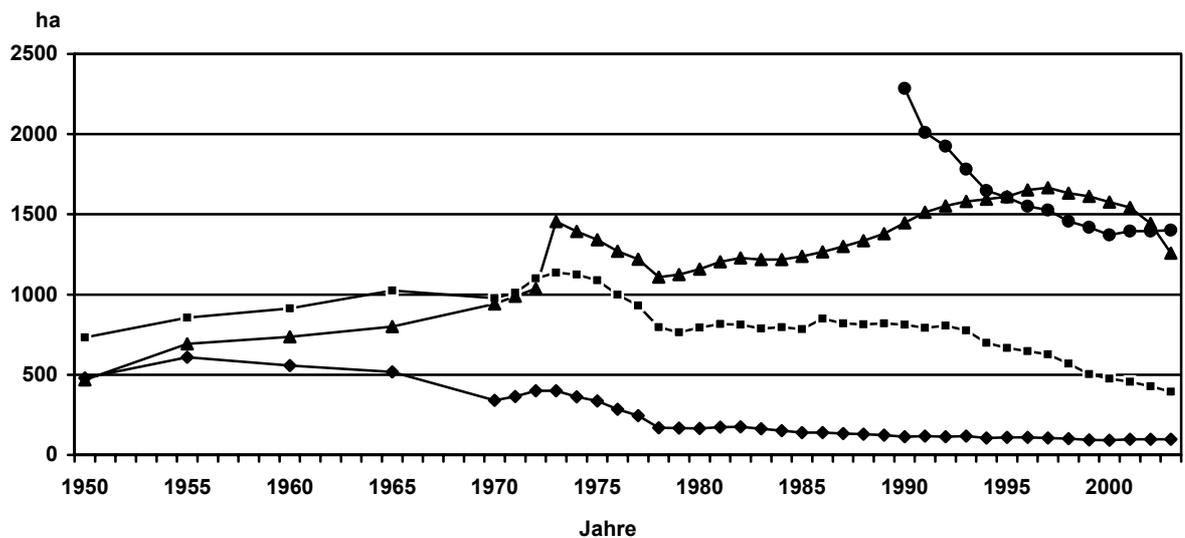


Abbildung 3.2

### Hopfenanbauflächen in den Gebieten Spalt, Hersbruck, Tettngang u. Elbe-Saale



**Tabelle 3.3: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2003**

**Teil 1 - Aromasorten**

Anbaugebiet	Anbau- fläche gesamt	Haller- tauer Mfr.	Spalter	Tett- nanger	Hers- brucker spät	Hüller Bitterer	Perle	Spalter Select	Hall. Tradition	Saphir	Aromasorten	
Hallertau	14.391	1.334			1.254		2.644	730	1.692	128	7.782	54,08%
Spalt	395	117	116		9		17	114	13		386	97,72%
Hersbruck	98	25			8		19	21	8	3	84	85,71%
Tettnang	1.257	426		822			5		2		1.255	99,84%
Rheinpfalz } Bitburg }	20	1				2	7	2	3		15	75,00%
Elbe-Saale	1.402						137		9		146	10,41%
Bundesgebiet	17.563	1.903	116	822	1.271	2	2.829	867	1.727	131	9.668	55,05%
Anteil je Sorte in %		10,84%	0,66%	4,68%	7,24%	0,01%	16,11%	4,94%	9,83%	0,75%		

**Sortenveränderung im Bundesgebiet**

2002 ha	18.352	1.508	140	921	1.378	12	3.385	990	1.783	59	10.176	55,45%
2003 ha	17.563	1.903	116	822	1.271	2	2.829	867	1.727	131	9.668	55,05%
Veränderung in ha	-789	395	-24	-99	-107	-10	-556	-123	-56	72	-508	-4,98%

**Tabelle 3.3: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2003**

**Teil 2 - Bitterstoffsorten**

Anbaugebiet	Northern Brewer	Brewers Gold	Nugget	Target	Hall. Magnum	Hall. Taurus	Hall. Merkur	Columbus	Sonstige	Bitterstoffsorten	
Hallertau	624	41	423	36	4.059	1.242	144	9	31	6.609	45,92%
Spalt									9	9	2,28%
Hersbruck		2			11		1			14	14,29%
Tettnang					1	1				2	0,16%
Rheinpfalz } Bitburg }					2	3				5	25,00%
Elbe-Saale	246		78	4	851	39	34	4		1.256	89,59%
Bundesgebiet	870	43	501	40	4.924	1.285	179	13	40	7.895	44,95%
Anteil je Sorte in %	4,95%	0,24%	2,85%	0,23%	28,04%	7,32%	1,02%	0,07%	0,23%		

**Sortenveränderung im Bundesgebiet**

2002 ha	1.237	73	545	51	4.847	1.243	135	13	32	8.176	46,55%
2003 ha	870	43	501	40	4.924	1.285	179	13	40	7.895	44,95%
Veränderung in ha	-367	-30	-44	-11	77	42	44	0	8	-281	-3,44%

### 3.1.2 Hopfensorten

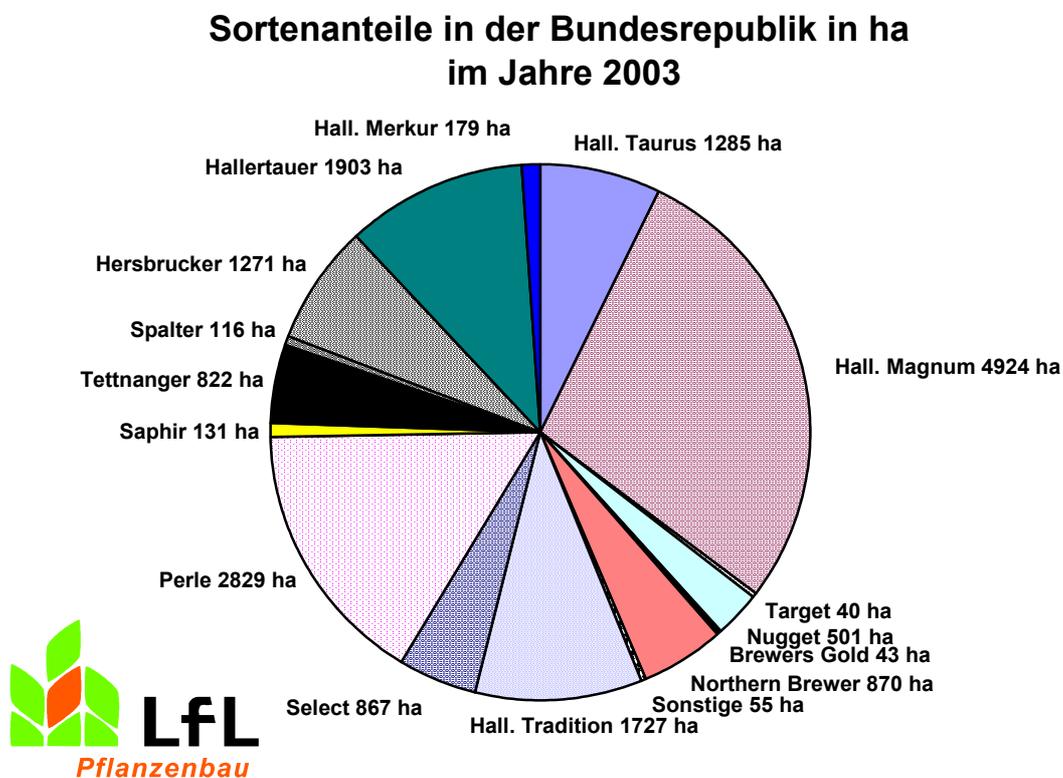
Bei den Hopfensorten ergab sich im Jahre 2003 eine leichte Verschiebung zugunsten der Bitterstoffsorten. Der Anteil der Aromasorten im Jahre 2003 beträgt 55,05 % gegenüber 55,45 % im Jahre 2002. Die Bitterstoffsorten haben einen Anteil von 44,95 % der Anbaufläche gegenüber 44,55 % im Jahre 2002.

Die Anbauflächen der Aromasorten, mit Ausnahme von Hallertauer Mfr. und Saphir, wurden durchwegs verringert.

Die Flächen der Bitterstoffsorten Northern Brewer (-367 ha), Brewers Gold (- 30 ha), Nugget (-44 ha) und Target (- 11 ha) wurden ebenfalls verringert. Eine Zunahme der Anbaufläche verzeichnen die Sorten Hallertauer Magnum (+ 77 ha), Hallertauer Taurus (+ 42 ha) und Hallertauer Merkur (+44 ha).

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

Abbildung 3.3:



### 3.2 Ertragssituation im Jahre 2003

Die Gesamternte in der Bundesrepublik Deutschland beträgt 25 325 768 kg (= 506 515 Ztr.) gegenüber 32 270 635 kg (= 645 513 Zentner) im Jahre 2002. Die Erntemenge liegt um 6 944 867 kg (= 138.998 Zentner) unter dem Vorjahresergebnis; dies bedeutet eine Minderung um 21,53 %.

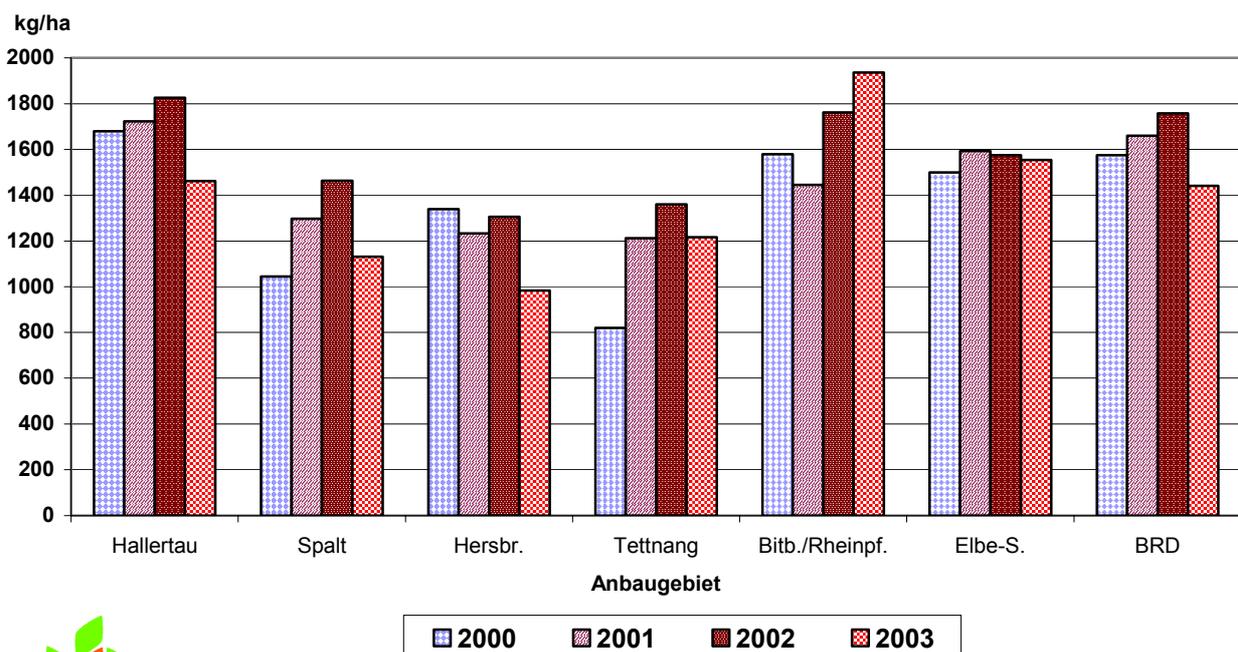
In Tabelle 3.4 sind die Hektarerträge und Relativzahlen im Bundesgebiet dargestellt. In Tabelle 3.5 sind die ha-Erträge der einzelnen Sorten und Anbauggebiete zusammengestellt sowie die Erträge für das gesamte Bundesgebiet, verglichen mit den Werten des Jahres 2002.

**Tabelle 3.4: Hektarerträge und Relativzahlen im Bundesgebiet**

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Ertrag Ztr./ha	35,1	31,9	31,4	30,5	31,5	1660 kg (33,2 Ztr.)	1758 kg (35,2 Ztr.)	1442 kg 28,84 Ztr.
Relativ zu 100% (langj. Ø =35 Ztr.)	100,3	91,1	89,7	87,1	90,0	94,9	100,6	82,40
Anbaufläche in ha	21.813	21.381	19.683	18.299	18.598	19.020	18.352	17 563
Gesamternte in Ztr.	766.070	681 035	617.181	558.247	585.841	31.576.465 kg (= 631.529 Ztr.)	32.270.635 kg (= 645.413 Ztr.)	25 325 768 kg (=506 515 Ztr.)

**Abbildung 3.4:**

#### Durchschnittserträge der einzelnen Anbauggebiete in kg/ha



**Tabelle 3.5: Durchschnittserträge der einzelnen Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten im Jahre 2003 in kg je ha**

**Aromasorten**

Anbau- gebiet	Haller- tauer	Spal- ter	Hers- brucker	Hüller Bitterer	Tett- nanger	Perle	Spalter Select	Hall. Trad.	Saphir
Hallertau	499	925	1690	1405	1212	1397	1695	1568	643
Spalt	1008		1071			1618	1367	1473	
Hersbruck	985		1094			756	1080	915	480
Tettnang	1210					2326		865	
Bitburg } Rheinpfalz }	2497					1930	1412	1760	
Elbe-Saale						1199		1492	
Bundesge- biet 2003	697	925	1682	1405	1212	1388	1636	1563	639
2002	1276	1194	1826	1566	1291	1818	1984	1982	801
± zu 2002 kg/ha	- 579	- 269	- 144	- 161	- 79	- 430	- 348	- 419	- 162
Ernte in to Bundesgebiet	1326,3	107,3	2138,0	2,8	996,4	3925,8	1418,4	2699,4	83,7

**Bitterstoffsorten**

Anbau- gebiet	Northern Brewer	Brewers Gold	Nugget	Target	Hall. Magnum	Hall. Taurus	Hall. Merkur	Colum- bus	Son- stige	Gesamt
Hallertau	1026	2195	1806	1818	1702	1521	1170	2017	1306	1462
Spalt		1390							1031	1131
Hersbruck						1205	1100			983
Tettnang						1660	970			1257
Bitburg } Rheinpfalz }						3350	1700			1936
Elbe-Saale	967		1506	1948	1776	1939	1317	1915		1555
Bundesge- biet 2003	1010	2158	1759	1831	1714	1534	1198	1985	1244	1442
2002	1513	2459	2245	2174	1812	1925	880	2085	1648	1758
± zu 2002 kg/ha	- 503	- 301	- 486	- 343	- 98	- 391	+ 318	- 100	- 404	- 316
Ernte in to Bundesge- biet	878,3	92,8	881,3	73,2	8441,6	1970,6	214,4	25,8	49,8	25325,8

Quelle: EU-Bericht

Abbildung 3.5:

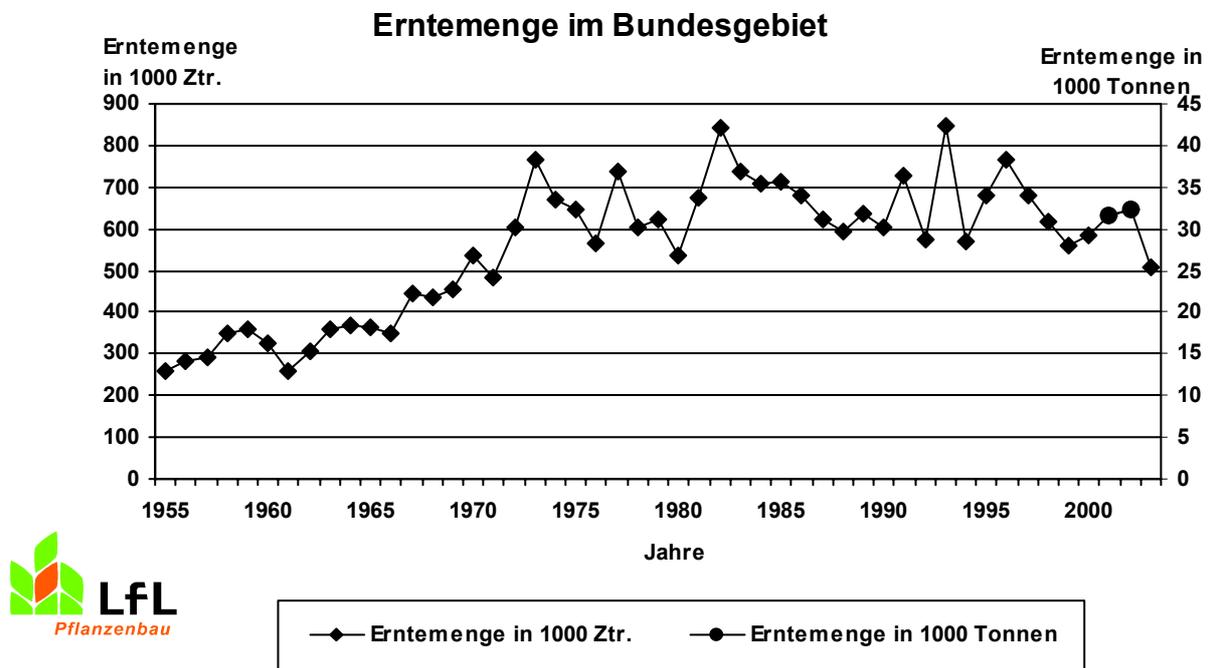
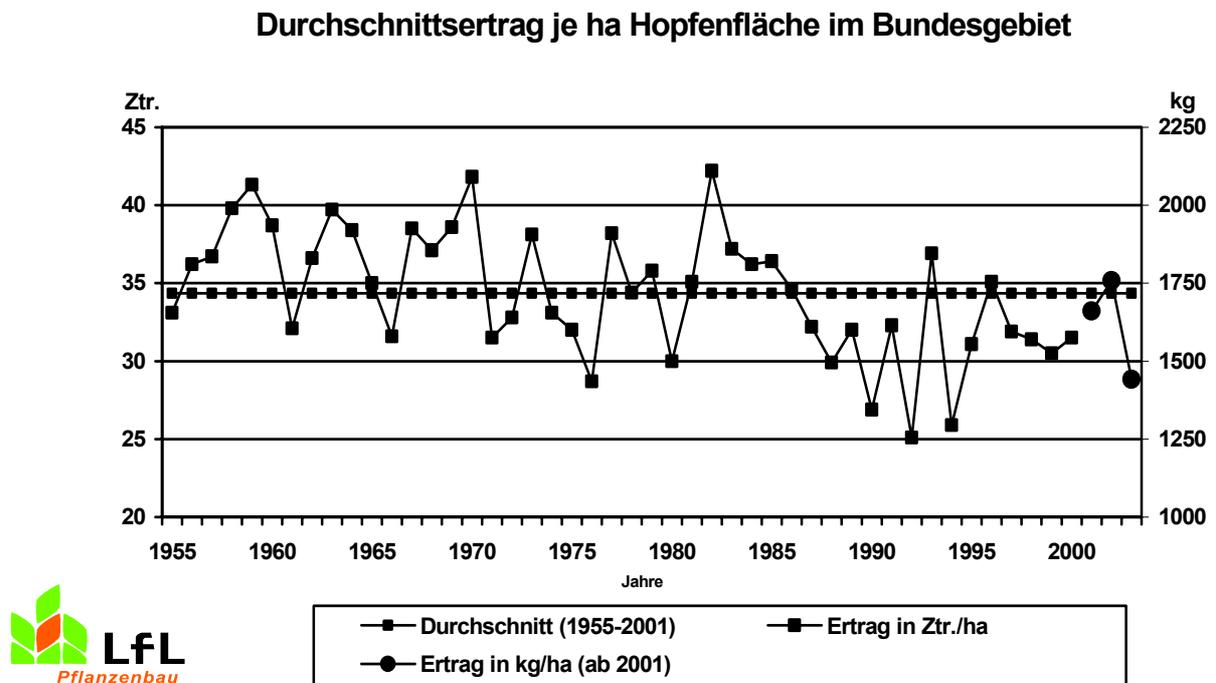


Abbildung 3.6:



**Tabelle 3.6: Hektar-Erträge in den deutschen Anbaugebieten**

Anbaugebiet	Erträge in Ztr./ha Gesamtfläche (ab 2001 in kg/ha)								
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Hallertau	32,3	35,1	32,8	32,5	31,2	33,6	1724	1825	1462
Spalt	26,2	32,3	26,5	22,1	28,2	20,9	1298	1464	1131
Hersbruck	23,9	27,9	28,3	28,8	23,5	26,8	1233	1306	983
Tettnang	24,1	28,9	31,2	26,8	28,3	16,4	1212	1360	1216
Bitburg } Rheinpfalz }	31,3	39,0	34,9	30,1	31,4	31,6	1445	1763	1936
Elbe-Saale	27,7	30,6	23,6	27,5	27,3	30,0	1594	1576	1555
Ø Ertrag je ha Bundesgebiet	31,1	35,1	31,9	31,4	30,5	31,5	1660 kg	1758 kg	1442 kg
Gesamternte Bundesgebiet	681 081	766 070	681 035	617 181	558 247	585 841	31 576 to 631 529	32 271 to 645 413	25326 to 506 515
Anbaufläche Bundesgebiet	21 885	21 813	21 381	19 683	18 299	18 598	19 020	18 352	17 563

**Tabelle 3.7: Alpha-Säurenwerte der einzelnen Hopfensorten**

Sorte	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	10-jähr. Ø
Hallertauer	3,2	3,8	4,8	5,1	4,4	3,9	4,5	4,3	4,3		4,32
Spalter	2,6	3,3	4,8	6,0	4,5	4,1	4,5	4,5	4,7		4,29
Tettnanger	3,0	2,6	4,5	4,9	3,7	3,5	4,7	4,1	4,1		3,94
Hersbrucker	1,3	2,2	4,0	4,6	3,4	2,0	4,6	2,7	2,9		3,11
Hüller Bitterer	4,0	4,0	5,4	7,9	6,5	5,2	6,6	5,7	6,9		5,78
Perle	3,7	5,3	7,9	8,8	6,5	6,7	8,0	6,8	8,0		6,88
Spalter Select	2,2	3,7	5,4	6,6	5,3	4,3	5,8	4,6	5,4		4,84
Hall. Tradition	3,9	4,7	6,5	6,8	5,6	5,7	6,8	6,3	6,7		5,88
Saazer	2,5	3,3	3,3	3,8	4,1	3,9	-	-	-		-
Northern Brewer	5,5	7,4	9,7	10,1	8,5	8,6	9,6	8,7	9,3		8,59
Brewers Gold	4,0	4,8	7,0	8,2	7,3	5,9	7,3	6,1	6,7		6,38
Record	3,1	4,4	7,3	8,4	6,5	6,3	8,3	6,0	-		6,30
Orion	4,3	5,9	8,4	9,3	7,4	7,0	8,6	8,2	-		7,40
Nugget	9,1	9,3	10,2	12,9	10,5	9,6	11,8	10,9	11,3		10,56
Target	8,5	9,4	11,6	12,7	10,8	11,1	12,1	11,7	11,5		11,04
Hall. Magnum	10,1	11,5	13,9	15,9	13,0	12,8	14,1	13,4	13,6		13,09
Hall. Taurus	-	-	15,6	13,8	13,3	15,2	14,9	15,1	15,3		-
Hall. Merkur	-	-	-	-	-	-	-	12,1	12,4		-
Columbus	-	-	-	-	-	-	-	10,6	-		-

Quelle: EU-Bericht

Der 10jährige Durchschnitt bezieht sich auf die Jahre 1993 – 2002. Für das Erntejahr 2003 wurden uns bisher keine Daten geliefert.

### 3.2.1 Hopfenvermarktung 2003

Die Hopfenvermarktung im Jahre 2003 gestaltete sich außerordentlich schwierig. Der größte Teil der Freihopfenmengen wurde von den Handelsfirmen und den Erzeugergemeinschaften in einen Pool aufgenommen. Für einzelne Sorten wurden Abschlagzahlungen geleistet. Für schwer zu vermarktende Sorten ist bisher noch keine Auszahlung erfolgt. Somit kann kein Durchschnittspreis für Freihopfen und kein Gesamtdurchschnittspreis errechnet werden. Die Erlöse pro ha Hopfenfläche sind aus vor genannten Gründen ebenfalls nicht zu ermitteln.

### 3.2.2 Welthopfenmarkt

**Tabelle 3.8: Welthopfenmarkt**

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Hopfenfläche der Welt in ha	86 786	81 466	76 967	70 290	60 111	57 427	58 991	58 903	57 703
Veränderung in ha	-4 335	-5 320	- 4 499	- 6 677	-10 179	- 2 684	+ 1 564	- 88	- 1 200
Erntemenge der Welt in Mio. Zentner	2,43	2,53	2,49	2,24	1,89	1,91	1,93	1,98	2,01
Veränderung in Mio. Zentner	- 0,31	+ 0,10	- 0,04	- 0,25	- 0,35	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,05	+ 0,03
Durchschnittsertrag der Welt in Ztr./ha	28,00	31,06	32,35	31,92	31,48	33,24	32,79	33,68	34,97
Welt-Alphaproduktion in 1000 kg	6 907	7 831	9 300	8 782	7 248	7 393	8 294	8 646	8 745
Biererzeugung der Welt in Mio. hl	1 214	1 248	1 269	1 300	1 301	1 365	1 392	1 424	1 444
Steigerung/Minderung in %	+ 2,19	+ 2,80	+ 1,68	+ 2,44	+ 0,8	+ 3,46	+ 1,98	+ 2,30	1,40
Geerntete Hopfenmenge je hl erzeugtes Bier in Gramm	99	101	98	86	72	70	69	70	70
Alpha-Produktion je hl erzeugtes Bier in Gramm	5,66	6,27	7,33	6,76	5,57	5,42	5,96	6,08	6,06

Quelle: Barth-Bericht

Abbildung 3.7:

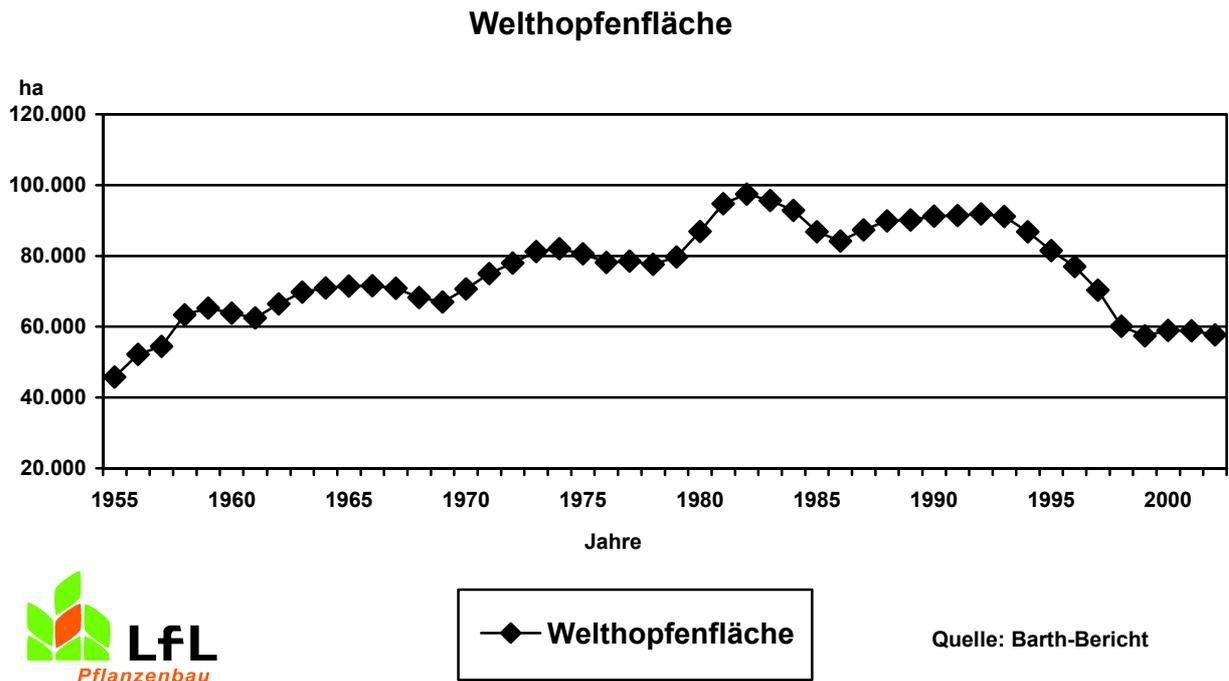


Abbildung 3.8:

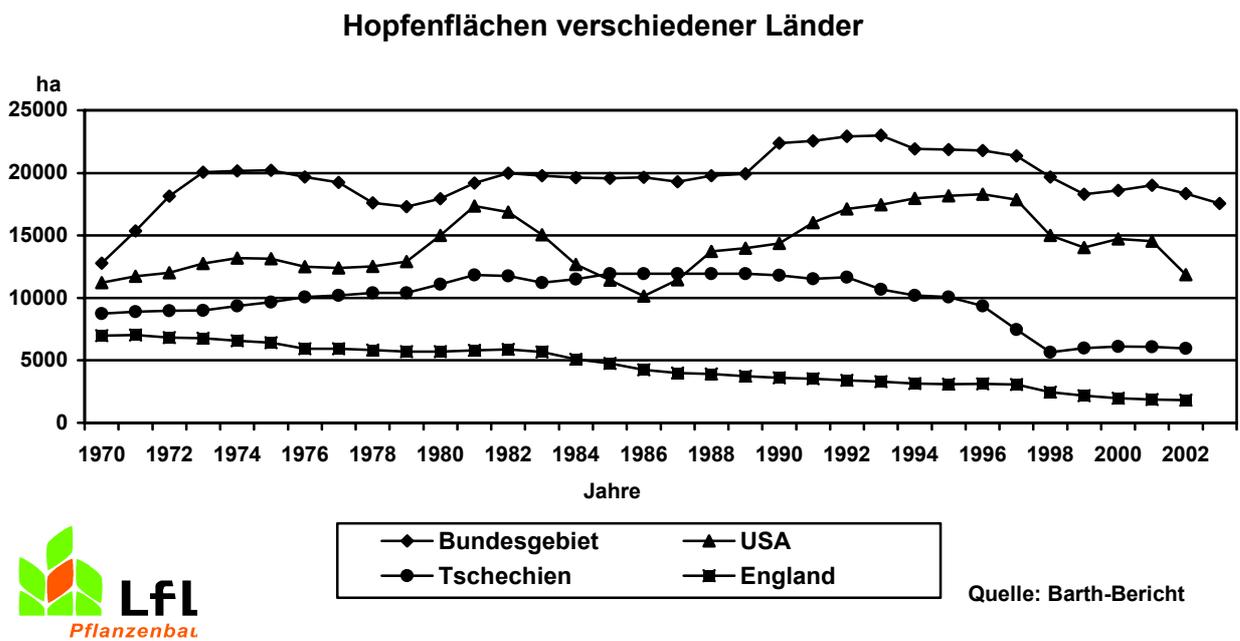


Abbildung 3.9:

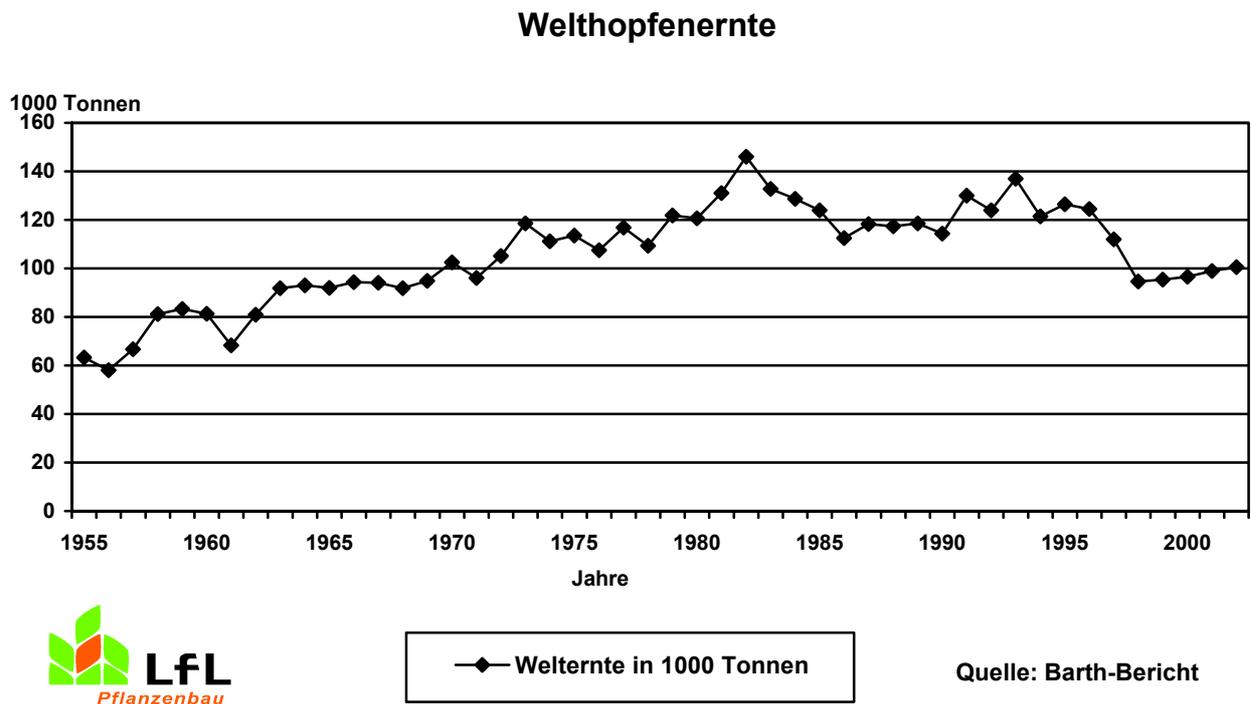
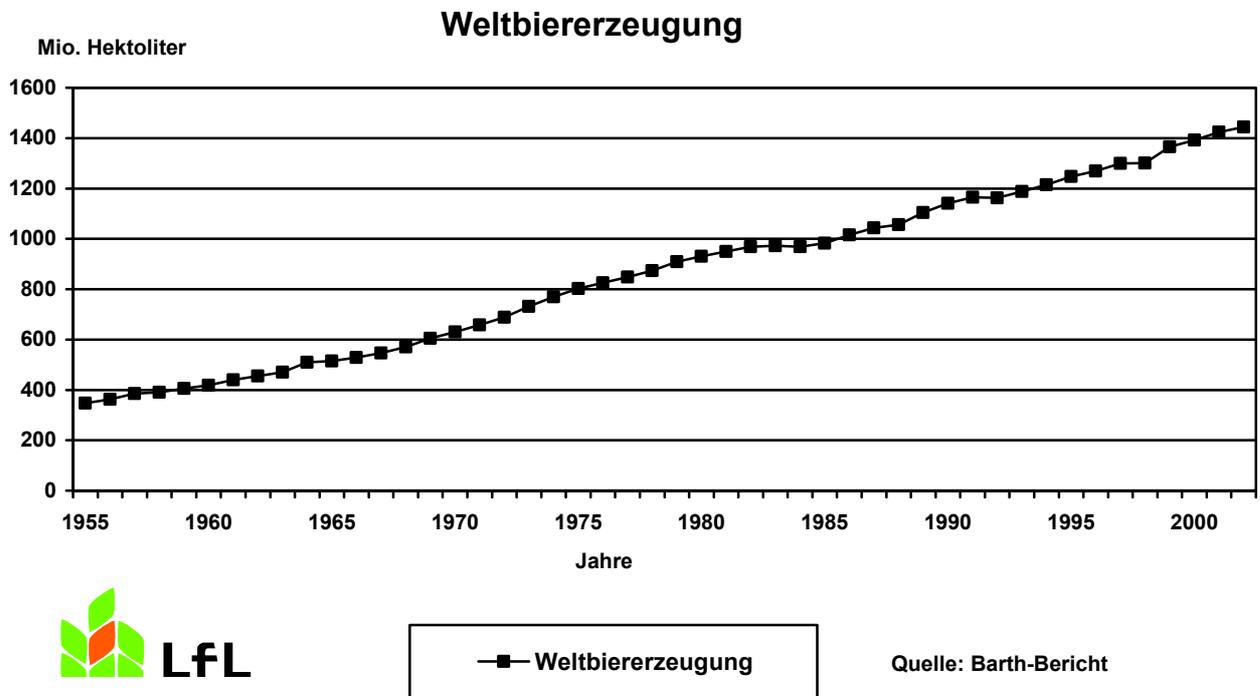


Abbildung 3.10:



## **4 Züchtungsforschung Hopfen**

**ORRin Dr. Elisabeth Seigner, Dipl. Biol.**

### **4.1 Praktische Hopfenzüchtung**

#### **4.1.1 Kreuzungen 2003**

2003 wurden 110 Kreuzungen mit folgenden Zuchtzielen durchgeführt:

##### **Anzahl der Kreuzungen**

32	Aromahopfen mit guter Peronosporatoleranz und Mehltaresistenz
15	Niedrigerüsthopfen mit Peronosporatoleranz und Mehltaresistenz
<u>63</u>	Bitterhopfen mit guter Peronosporatoleranz und Mehltaresistenz
insges. 110	

Die Zahl der Kreuzungen blieb auch im Jahr 2003 sehr hoch, da momentan einige Wildhopfen mit einer neuartigen Mehltaresistenz eingekreuzt werden.

#### **4.1.2 Ergebnisse der Sämlingsprüfungen**

Die außergewöhnlich heiße und trockene Witterung im Sommer 2003 hatte auch deutliche Auswirkungen auf die Entwicklung der Sämlinge.

Die warme Maiwitterung führte trotz eines späten Schnittzeitpunktes zu einem raschen Längenwachstum und es erreichten die ersten Sämlinge bereits Ende Mai die volle Gerüsthöhe. Einige sehr frühreife Sämlinge gingen vorzeitig in Blüte und Mitte Juli waren einige Reben voll ausgedoldet.

Der Krankheitsdruck mit Peronospora und Echten Mehltau war sehr gering. Auch bei der Blattlaus kam es trotz nur einmaliger Behandlung kaum zu Doldenschwärze, da sie regelrecht verdursteten. Außerordentlich begünstigt wurde 2003 die Gemeine Spinnmilbe. Es mussten zwei Behandlungen in den Zuchtgärten durchgeführt werden.

Bis Ende August waren die Wasservorräte restlos aufgebraucht. Bei den mittelfrühen Sämlingen und Zuchtstämmen hielten sich Mindererträge noch im akzeptablen Bereich. Bei den späten und vor allem bei den sehr späten Sämlingen und Zuchtstämmen litt die Ausdoldung teilweise erheblich. Die Alphasäurenwerte brachen bei einigen Zuchtlinien erheblich ein.

Vom züchterischen Standpunkt aus war am Jahr 2003 positiv, dass nach sieben Jahren mit weitgehend ausgeglichener Witterung sehr gut auf Trockenheitstoleranz und Alphasäurenstabilität selektiert werden konnte.

##### **4.1.2.1 Sämlinge 2000**

Von den Sämlingen 2000 sind im Zuchtgarten in Hüll 3940 Nachkommen aus 40 Aromakreuzungen und 82 Bitterkreuzungen im Anbau. Die Sämlinge blieben während der gesamten Vegetationsperiode ohne chemische Bekämpfungsmaßnahme gegen den Echten Mehltau.

Als Vergleichssorten wurden im Aromabereich die Sorten Hallertauer Mfr., Hallertauer Tradition, Spalter Select und Perle angepflanzt. Die Vergleichssorten im Bitterbereich sind Hallertauer Magnum, Hallertauer Taurus, Nugget und Wye Target.

## **Ergebnis der Sämlinge 2000**

Während der zweijährigen Ertragsprüfung wurden insgesamt 137 Sämlinge beerntet. 19 Sämlinge konnten mit Einzelpflanzenenerträgen über 1000 g und 36 Sämlinge mit  $\alpha$ -Säurenwerten über 14 % ausgelesen werden.

Sechs Zuchtstämme wurden bereits im Jahr 2003 in die neue Stammesprüfung aufgenommen. Weitere neun Zuchtstämme sind für die Stammesprüfung 2004 vorgesehen.

### **4.1.2.2 Sämlinge 2001**

Von den Sämlingen 2001 sind im Zuchtgarten in Hüll ca. 3800 Nachkommen aus 55 Aromakreuzungen und aus 57 Bitterkreuzungen im Anbau.

Als Vergleichssorten wurden im Aromabereich die Sorten Hallertauer Mfr., Hallertauer Tradition, Spalter Select und Perle angepflanzt. Die Vergleichssorten im Bitterbereich sind Hallertauer Magnum, Hallertauer Taurus, Nugget und Wye Target.

### **Ergebnisse der Sämlinge 2001**

Die Sämlinge 2001 wurden im Herbst 2001 im Zuchtgarten ausgepflanzt und entwickelten sich bis zur Ernte so gut, dass bereits im ersten Jahr 118 Sämlinge beerntet werden konnten. Im Jahr 2003 wurden weitere 112 Sämlinge beerntet. Bisher konnten 24 Sämlinge mit  $\alpha$ -Säurenwerten über 14 % ausgelesen werden.

Acht Zuchtstämme wurden bereits im Jahr 2003 in die neue Stammesprüfung aufgenommen. Weitere acht Zuchtstämme sind für die Stammesprüfung 2004 vorgesehen.

### **4.1.2.3 Sämlinge 2002**

Von den Sämlingen 2002 sind im Zuchtgarten in Hüll ca. 4950 Nachkommen aus 38 Aromakreuzungen und aus 40 Bitterkreuzungen im Anbau.

Als Vergleichssorten wurden im Aromabereich die Sorten Hallertauer Mfr., Hallertauer Tradition, Spalter Select und Perle angepflanzt. Die Vergleichssorten im Bitterbereich sind Hallertauer Magnum, Hallertauer Taurus, Nugget und Wye Target.

### **Ergebnisse der Sämlinge 2002**

Die Sämlinge 2002 wurden aufgrund der extrem feuchten Witterung im Herbst 2002 erst im Frühjahr 2003 im Zuchtgarten ausgepflanzt. Trotz der sehr trockenen und heißen Witterung entwickelten sich die Sämlinge überraschend gut und es konnten sogar einige besonders trockenheitstolerante Sämlinge beerntet werden.

Es sind bereits fünf Zuchtstämme für die neue Stammesprüfung vorgesehen.

### **4.1.3 Neue Zuchtstämme aus Hüll erweitern die Vielfalt der Biere**

#### **4.1.3.1 Grundsätzliches zur Prüfung und Anmeldung der Zuchtstämme**

Nach 16 Jahren intensiver Zuchtarbeit für zwei Aromastämme und acht bzw. zehn Jahren Prüfung für vier Hochalphastämme am Hopfenforschungszentrum Hüll der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) wurden die vielversprechenden Stämme zur Sortenzulassung angemeldet.

Die Prüfung von Zuchtstämmen in Zucht- und Praxisgärten liegt allein im Verantwortungsbereich des Arbeitsbereiches Hopfen der LfL.

Im Gegensatz dazu ist im Kooperationsvertrag zwischen dem Freistaat Bayern, vertreten durch die LfL, und der Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH) festgelegt, dass Entscheidungen über die Anmeldung von Zuchtstämmen einvernehmlich getroffen werden. Die Anmeldung kann nur von der GfH erfolgen, da staatliche Stellen keine Sortenschutzinhaber sein dürfen. Die Prüfung durch das Bundessortenamt (BSA) dauert in der Regel zwei Jahre; in begründeten Ausnahmefällen kann die Prüfung auf ein Jahr verkürzt werden.

Ferner ist im Kooperationsvertrag festgelegt, dass Neuzüchtungen am Arbeitsbereich Hopfen ausschließlich der GfH zum Vertrieb an die Landwirte überlassen werden. Als Sortenschutzinhaber hat die Gesellschaft für Hopfenforschung u. a. das Recht, Lizenzen festzulegen und zu verlangen.

Auf Grund der Finanzierung der Hopfenzüchtung in Hüll verbietet es sich, dass Zuchtstämme exklusiv für einen Abnehmer bereitgestellt werden, d. h. jeder Interessent hat Zugriff auf die von der LfL und GfH zum Anbau freigegebenen Zuchtstämme und Sorten.

Die genannten Zuchtstämme sind aus konventioneller Kreuzungszüchtung mit anschließender Selektion hervorgegangen und daher nicht durch gentechnische Veränderungen beeinflusst.

Ausführliche Informationen inklusiv der Ergebnisse von Sudversuchen zu den Zuchtstämmen werden anlässlich des 2. Rohstoffseminars am 30.03.2004 in Weihenstephan vorgestellt.

#### **4.1.3.2 Aromazuchtstämme 87/24/55 („Smaragd“) und 87/24/56 („Opal“)**

Hopfen, insbesondere Aromahopfen, bietet den Brauereien die Möglichkeit, sich in den Bieren von anderen Marken zu unterscheiden. Die beiden Zuchtstämme zeichnen sich durch ein hervorragendes Aroma aus, das sich von den momentan verfügbaren Sorten deutlich unterscheidet. Mit der Verwendung dieser neuen Zuchtstämme haben die Brauer die Möglichkeit, neue Biere zu kreieren. Beide Zuchtstämme stehen bereits seit einigen Jahren bei mehreren Brauereien in Prüfung und sollen nun in größerem Umfang getestet und eingesetzt werden. Bei den bisherigen Sudversuchen erbrachten sie bei allen getesteten Biertypen, angefangen vom typischen Pils über das Bayerische Helle und die wenig gehopften Biere des amerikanischen Typs bis hin zum Weißbier gute Ergebnisse. In den Sudversuchen zeichneten sich die Biere zusätzlich durch eine gute Schaum- und Lagerstabilität aus. Die neuen Sorten sollen die bisherigen Sorten des Hopfenforschungszentrums Hüll nicht ersetzen, sondern ergänzen.

Die beiden Aromazuchtstämme sind Geschwister und entstammen folgender Kreuzung:

#### **Hüller Zuchtsorte Hallertauer Gold x männlichem Wildhopfen Ku II/18.**

Die „alte“ Hüller Zuchtsorte Hallertauer Gold zeichnet sich durch günstige agronomische Eigenschaften, einen mittleren Alphasäuregehalt und ein ausgezeichnetes Aroma, das der Landsorte Hallertauer Mfr. sehr ähnlich ist, aus. Nachteilig sind lediglich die nicht vollständige Welketoleranz und eine starke Anfälligkeit gegenüber dem Echten Mehltau.

Der Wildhopfen Ku II/18 stammt aus der Gegend von Kulmbach und wurde in den 80'er Jahren im Rahmen einer Wildhopfensammlung gefunden. Er zeichnet sich durch einen sehr

niedrigen Cohumulongehalt, geringe Mehltauanfälligkeit und eine gute Stockgesundheit aus. Die Einkreuzung von Ku II/18 erfolgte hauptsächlich um niedrige Cohumulongehalte in das bestehende Hüller Zuchtmaterial einzukreuzen. Er erwies sich in der Folgezeit bei einer Vielzahl von Kreuzungen als ein ausgezeichneter Vererber.

Dies ist äußerst ungewöhnlich. Normalerweise vererben Wildhopfen neben den erwünschten auch viele negative Eigenschaften, wie z. B. ungünstigen Habitus, niedrige Alphasäuregehalte und eine hohe Krankheitsanfälligkeit. Dies macht in der Regel mehrere Rückkreuzungen notwendig, um die negativen Merkmale wieder zu verdrängen.

### **Aromazuchtstamm 87/24/55 („Smaragd“)**

Der Aromazuchtstamm wurde im Dezember beim Bundessortenamt angemeldet. Als Sortenname wurde „**Smaragd**“ (**SD**) vorgeschlagen.

Der Zuchtstamm steht neben den Parzellenprüfungen in den Zuchtgärten in sechs Praxisprüfungen, davon zwei Flächen mit je ca. 0,7 ha. Ein erweiterter Anbau auf einer Fläche von 5-6 ha ist für das Frühjahr 2004 geplant.

Damit in den nächsten Jahren interessierten Brauereien genügend Hopfen für Sudversuche zur Verfügung steht, erhalten die großen Hopfenhandelshäuser bereits im Frühjahr 2004 bis zu 1000 Pflanzen für den Probeanbau. Die anderen interessierten Hopfenhandelshäuser können Pellets des Zuchtstammes über die HVG beziehen.

**Tabelle 4.1: Durchschnittliche Ergebnisse des Aromazuchtstammes 87/24/55 („Smaragd“) in den bisherigen Stammes- und Anbauprüfungen**

<b>Erntejahre</b>	<b>Ertrag in Ztr./ha</b>	<b>α-Säuren in %</b>	<b>β-Säuren in %</b>	<b>Cohumulon in % der α-S.</b>
2003	35,6	3,2	2,7	15,2
2002	42,7	6,3	5,4	13,8
1991 – 2002	39,0	5,7	4,8	14,4
1991 – 2003	38,6	5,6	4,7	14,4

### **Kurzbeschreibung :**

- Erträge um 40 Ztr./ha (30 - 50)
- Alphasäuregehalte um 5,5 % (3,0 – 7,0)
- Betasäuregehalte um 4,5 % (3,0 – 6,0)
- Cohumulon um 15 % (13 - 16)
- mittlere Lagerstabilität
- Aromapunkte 24 – 26 (eigenständige Aromanote)
- günstiges Ölmuster (z. B. Linalool 20 – 30)
- gute Stockgesundheit
- homogener Austrieb
- zylindrische Rebe mit gutem Behang
- etwas anfällig für Spätmehltau
- gute Peronosporatoleranz
- gute Welketoleranz
- mittelspäte Reife (4. September)

## Aromazuchtstamm 87/24/56 („Opal“)

Der Aromazuchtstamm wurde bereits am 26.03.2001 vom Bundessortenamt mit der Sortenbezeichnung „Opal“ (OL) zugelassen. Mit Entscheidung vom 11.12.2003 wurde diese Sorte zum Anbau in der Praxis freigegeben. Dies bedeutet, dass im Frühjahr 2004 mit dem Vermehrungsaufbau begonnen wird.

Die Sorte Opal steht neben den Parzellenprüfungen in den Zuchtgärten in acht Praxisprüfungen, davon eine Fläche mit ca. 0,8 ha. Ein erweiterter Anbau auf einer Fläche von ca. 2,5 ha ist für das Frühjahr 2004 geplant.

Damit in den nächsten Jahren interessierten Brauereien genügend Hopfen für Sudversuche zur Verfügung steht, erhalten die großen Hopfenhandelshäuser bereits im Frühjahr 2004 bis zu 1000 Pflanzen für den Probeanbau. Die anderen interessierten Hopfenhandelshäuser können Pellets über die HVG beziehen.

In der Zwischenzeit hat sich herausgestellt, dass auch in Australien eine Hopfensorte mit der Bezeichnung Opal registriert ist und auch in der Praxis angebaut wird. Es handelt sich hierbei um eine Hochalphasorte mit einem Cohumulongehalt von über 30%. Da diese Sorte Ende der 90'er Jahre auf den Markt kam und erst später in internationalen Berichten aufgeführt wurde, kam es zur zweifachen Vergabe der Sortenbezeichnung Opal bei Hopfensorten. Die Anbaufläche der australischen Hochalphasorte ist zwar deutlich rückläufig, aber es wird momentan darüber beraten, ob es nicht sinnvoll ist, die Namensbezeichnung Opal für den Zuchtstamm 87/24/56 durch eine andere Sortenbezeichnung zu ersetzen.

**Tabelle 4.2: Durchschnittliche Ergebnisse der Aromasorte Opal in den bisherigen Stammes- und Anbauprüfungen**

Erntejahre	Ertrag in Ztr./ha	$\alpha$ -Säuren in %	$\beta$ -Säuren in %	Cohumulon in % der $\alpha$ -S.
2003	32,1	4,7	3,9	14,1
2002	40,9	8,4	5,8	14,0
1991 – 2002	43,8	8,0	5,5	14,3
1991 – 2003	42,9	7,6	5,3	14,4

### Kurzbeschreibung :

- Erträge um 40 Ztr./ha (30 - 50)
- Alphasäuregehalte um 7,5 % (4,5 – 10)
- Betasäuregehalte um 5 % (3,5 – 6)
- Cohumulon um 15 % (13 - 16)
- mittlere Lagerstabilität
- Aromapunkte 24 – 26 (eigenständige Aromanote, erntefrisch etwas fruchtig und aufdringlich)
- günstiges Ölmuster (z. B. Linalool 25-40)
- gute Stockgesundheit
- homogener Austrieb
- zylindrische Rebe
- schöne Dolden
- geringe Mehltauanfälligkeit
- gute Peronosporatoleranz
- gute Welketoleranz
- mittelfrühe Reife (Ende August)

#### **4.1.3.3 Hochalphazuchtstämme 93/10/34, 93/10/36 und 93/10/63**

Die Hochalphazuchtstämme 93/10/34, 93/10/36 und 93/10/63 wurden im Dezember 2003 beim Bundessortenamt zur Zulassung angemeldet.

Für diese Zuchtstämme wurden bisher noch keine Sortennamen vorgeschlagen, da sicher davon auszugehen ist, dass nicht alle Stämme zugelassen werden bzw. nach der weiteren Prüfung einzelne Stämme zurückgezogen werden.

Die drei Hochalphazuchtstämme sind Geschwister und entstammen folgender Kreuzung:

#### **Hüller Zuchtsorte Hallertauer Magnum x männlicher Zuchtstamm 81/8/13**

Aus dieser Kreuzung entstammt auch die im Jahr 2000 für den Anbau freigegebene mehltaresistente Sorte Hallertauer Merkur.

Bei dieser Kreuzung konnten sehr viele interessante Zuchtstämme selektiert werden. Sie zeichnen sich alle durch eine gute Wüchsigkeit und Stockgesundheit aus. Die Mutter des männlichen Zuchtstammes 81/8/13 ist die mehltaresistente englische Sorte Wye Target. Obwohl die Sorte Hallertauer Merkur und die drei angemeldeten Hochalphazuchtstämme anscheinend das für die Mehltaresistenz verantwortliche Hauptgen der Sorte Target nicht besitzen, erwiesen sie sich in allen bisherigen Mehltauprüfungen als resistent.

Während die Sorte Hallertauer Merkur mit ihrem schwachen Windevermögen und ihrer hohen Botrytis anfälligkeit zwei gravierende agronomische Nachteile besitzt, gibt es bei den neu angemeldeten Geschwister in diesen Bereichen keine Probleme. Darüber hinaus hat sich in den letzten Jahren gezeigt, dass die neu angemeldeten Stämme stabilere Alphasäuregehalte als Hallertauer Merkur erbringen.

Hallertauer Merkur wurde unter dem Eindruck des Problemjahres 1999 mit einem bis dahin nicht bekanntem Mehltaudruck für den Anbau freigegeben. Während Hallertauer Merkur bereits als Junghopfen als ein sehr interessanter Zuchtstamm auffiel, erbrachten die Geschwister erst in den Folgejahren hervorragende Einzelpflanzenergebnisse. Aus diesem Grund stiegen die Hochalphazuchtstämme 93/10/34, 93/10/36 und 93/10/63 erst zwei Jahre später in die Stammesprüfungen auf. Zum Entscheidungszeitpunkt im Jahr 2000 standen von diesen Zuchtstämmen erst jeweils sechs Pflanzen an zwei Standorten in der Prüfung. Es lagen im Gegensatz zu der Sorte Hallertauer Merkur auch noch keine Ergebnisse aus Lagerungs- und Sudversuchen vor. Das Risiko für die Einführung eines dieser Geschwister wäre somit zu groß gewesen.

In der Zwischenzeit wurden neue Haupt- und Anbauprüfungen, sowie Lagerungsstudien, mit diesen Zuchtstämmen angelegt und das jeweilige Leistungspotential kann nun deutlich besser eingeschätzt werden. Ein Sudversuch liegt bisher nur mit dem Zuchtstamm 93/10/36 (siehe Punkt 4.1.4) vor. Er erreichte dabei Ergebnisse, die vergleichbar den Standardsorten Hallertauer Magnum und Hallertauer Taurus sind.

Die Ergebnisse der drei Hochalphazuchtstämme unter vergleichbaren Bedingungen sind in Tabelle 4.3 dargestellt. Es ist deutlich erkennbar, dass die später erntereifen Zuchtstämme 93/10/36 und 93/10/63 ein höheres Ertragspotential aufweisen. Da der Zuchtstamm 93/10/34 aufgrund der frühen Reife für viele Betriebe interessant ist, um den Erntezeitraum zu erweitern, wurde er trotz des etwas geringeren Alphasäureertrages/ha Sortenschutz beantragt.

Auch bei diesen Zuchtstämmen können die großen Hopfenhandelshäuser bereits im Frühjahr 2004 bis zu 1000 Pflanzen für den Probeanbau erhalten, damit in den nächsten Jahren interessierten Brauereien genügend Hopfen für Sudversuche zur Verfügung steht. Die anderen interessierten Hopfenhandelshäuser können Pellets über die HVG beziehen.

**Tabelle 4.3: Ergebnisse der Hochalphazuchtstämme 93/10/34, 93/10/36 und 93/10/63 im direkten Vergleich**

Zuchtstamm	Ertrag in Ztr./ha	kg $\alpha$ /ha	$\alpha$ -Säuren in %	$\beta$ -Säuren in %	Cohumulon in % der $\alpha$ -S.
93/010/034	52,2	374	14,3	4,5	21,4
93/010/036	55,3	405	14,7	5,3	27,2
93/010/063	57,4	401	14,0	5,6	31,3

#### Hochalphazuchtstamm 93/10/34

**Tabelle 4.4: Durchschnittliche Ergebnisse des Hochalphazuchtstammes 93/10/34 in den bisherigen Stammes- und Anbauprüfungen**

Erntejahre	Ertrag in Ztr./ha	$\alpha$ -Säuren in %	$\beta$ -Säuren in %	Cohumulon in % der $\alpha$ -S.
2003	36,3	10,6	4,6	19,8
2002	47,9	13,4	4,5	22,5
1995 - 2002	51,9	14,5	4,5	22,2
1995 - 2003	48,6	13,9	4,5	21,8

#### Kurzbeschreibung :

- Erträge um 40 Ztr./ha (30 - 55, wie Hallertauer Magnum)
- Alphasäuregehalte um 14 % (10 – 16)
- Betasäuregehalte um 4,5 % (3,5 – 5,5)
- Cohumulon um 22 % (20 – 25)
- mittlere Lagerstabilität
- Aromapunkte 20 - 22
- Linalool um 20; Farnesen 0
- etwas heterogener Austrieb mit wenigen Trieben
- geringe Behangstärke
- offene Rebe
- lange, schlanke Dolden
- mittlere Mehltaresistenz
- mittlere Peronosporatoleranz
- etwas Botrytis und Doldensterben
- frühe Reife (Pflücke 3 - 5 Tage vor Hallertauer Magnum)

#### Hochalphazuchtstamm 93/10/36

**Tabelle 4.5: Durchschnittliche Ergebnisse des Hochalphazuchtstammes 93/10/36 in den bisherigen Stammes- und Anbauprüfungen**

Erntejahre	Ertrag in Ztr./ha	$\alpha$ -Säuren in %	$\beta$ -Säuren in %	Cohumulon in % der $\alpha$ -S.
2003	42,8	11,3	4,8	24,4
2002	64,9	15,4	5,9	27,7
1995 - 2002	56,8	14,7	5,3	27,4
1995 - 2003	52,6	13,9	5,2	26,6



### Kurzbeschreibung :

- Erträge um 45 Ztr./ha (30 - 60, über Hallertauer Magnum)
- Alphasäuregehalte um 14 % (11 – 15,5)
- Betasäuregehalte um 5 % (4,5 – 5,7)
- Cohumulon um 27 % (25 - 28)
- mittlere Lagerstabilität
- Aromapunkte 20 - 23
- Linalool um 20; Farnesen 0
- relativ homogener Austrieb
- gute Behangstärke
- Rebe im Kopfbereich relativ dicht
- Dolden ähnlich Magnum mit dunkelgrüner Farbe
- gute Mehлтаuresistenz
- mittlere Peronosporatoleranz
- etwas Botrytis und Doldensterben
- mittelspäte Reife (Pflücke wie Hallertauer Magnum)

### Hochalphazuchtstamm 93/10/63

**Tabelle 4.6: Durchschnittliche Ergebnisse des Hochalphazuchtstammes 93/10/63 in den bisherigen Stammes- und Anbauprüfungen**

Erntejahre	Ertrag in Ztr./ha	$\alpha$ -Säuren in %	$\beta$ -Säuren in %	Cohumulon in % der $\alpha$ -S.
2003	44,4	10,5	4,3	28,6
2002	54,3	14,1	6,5	30,9
1995 - 2002	56,9	14,0	5,7	31,4
1995 - 2003	54,4	13,4	5,5	31,0

### Kurzbeschreibung :

- Erträge um 48 Ztr./ha (35 - 60, über Hallertauer Magnum)
- Alphasäuregehalte um 13,5 % (10 - 15)
- Betasäuregehalte um 5,5 % (4,9 - 6,1)
- Cohumulon um 32 % (30 - 34)
- Aromapunkte 20 - 22
- Linalool 15 - 20, Farnesen 0
- stärkere Laufwurzelbildung und wenige Triebe im Zentrum des Stockes
- rasche Jugendentwicklung
- wuchtige breit ausladende Rebe
- sehr robuster Hopfen (ertragsstabil)
- sehr große, feste Dolden mit heller Farbe
- gute Mehлтаuresistenz
- mittlere bis gute Peronosporatoleranz
- etwas Botrytis und Doldensterben
- höhere Blattlausanfälligkeit
- späte Reife (am Ende der Pflücke von Hallertauer Magnum)

#### 4.1.3.4 Hochalphazuchtstamm 95/94/816

Nach den bisherigen Ergebnissen erscheint der Hochalphazuchtstamm 95/94/816 am aussichtsreichsten. Wenn sich der bisher festgestellte Fortschritt im Alphasäurenertrag/ha in den weiteren Prüfungen bestätigt, kann dieser Zuchtstamm dazu beitragen, am Weltmarkt konkurrenzkräftig zu bleiben. Aus diesem Grund wurde im Dezember 2003 nicht nur nationaler Sortenschutz, sondern europäischer Sortenschutz beim Gemeinschaftlichen Sortenamts der Europäischen Union in Angers/Frankreich beantragt. Die Prüfungskosten liegen zwar deutlich höher, aber der Gemeinschaftliche Sortenschutz gewährleistet nach der EU-Erweiterung im Mai 2004 die vollen Sortenschutzrechte in den wichtigsten europäischen Anbaugebieten.

Der Hochalphazuchtstamm entstammt folgender Kreuzung:

#### Hüller Zuchtsorte Hallertauer Taurus x männlicher Zuchtstamm 93/9/41

Im Laufe der dreijährigen Sämlingsprüfung konnte eine Vielzahl von interessanten Geschwistern selektiert und in Stammesprüfungen aufgenommen werden. Die Nachkommen dieser Kreuzung zeichnen sich durch die Kombination von hohen Erträgen und hohen Alphasäurewerten aus. Leider liegen die Cohumulongehalte bei den meisten Nachkommen über 30%.

Der Zuchtstamm 95/94/816 besitzt neben den guten Ertragsergebnissen vor allem günstige agronomische Eigenschaften. Im Gegensatz zu den meisten Hochalphazuchtstämmen und -sorten ist seine Rebe zylindrisch mit einem sehr guten Behang bis unten. Die Dolde ist in der Regel etwas kleiner als bei Hallertauer Taurus und weist eine feine Schuppung und einen guten Schluss auf. Negativ ist bisher lediglich eine mittlere Anfälligkeit für Stockfäule zu vermerken, die geringer als bei Hallertauer Taurus einzustufen ist. Der Beobachtung dieses Merkmals wird in den nächsten Jahren besondere Aufmerksamkeit gewidmet, um negative Überraschungen für die Landwirte nach einer möglichen Sortenzulassung zu verhindern. Durchwegs positiv fielen auch die bisherigen Lagerungsstudien und der durchgeführte Sudversuch aus. Die Lagerstabilität erreicht mindestens das Niveau von Hallertauer Magnum und Hallertauer Taurus.

Auch bei diesem Zuchtstamm erhalten die großen Hopfenhandelshäuser bereits im Frühjahr 2004 bis zu 1000 Pflanzen für den Probeanbau, damit in den nächsten Jahren interessierten Brauereien genügend Hopfen für Sudversuche zur Verfügung steht. Die anderen interessierten Hopfenhandelshäuser können Pellets über die HVG beziehen.

**Tabelle 4.7: Durchschnittliche Ergebnisse des Hochalphazuchtstammes 95/94/816 in den bisherigen Stammes- und Anbauprüfungen**

Mittelwerte	Ertrag in Ztr./ha	$\alpha$ -Säuren in %	$\beta$ -Säuren in %	Cohumulon in % der $\alpha$ -S.
2003	49,5	11,4	3,6	29,5
2002	62,1	15,9	5,3	36,0
1997 - 2002	64,0	16,7	5,2	35,6
1997 - 2003	58,2	14,9	4,7	33,7

### Kurzbeschreibung :

- Erträge um 50 Ztr./ha (35 - 70, über Hallertauer Magnum)
- Alphasäuregehalte um 14,5 % (10 - 18)
- Betasäuregehalte um 5 % (4,3 – 5,5)
- Cohumulon um 35 % (30 - 37)
- gute Lagerstabilität
- Aromapunkte 20 - 22
- Linalool 10, Farnesen 0
- sehr schöne zylindrische Rebe
- sehr guter Behang bis unten
- etwas anfällig für Stockfäule
- mittelgroße Dolden
- gute Mehltaresistenz
- mittlere Peronosporatoleranz
- sehr späte Reife (ähnlich Nugget)

#### 4.1.3.5 Leistungspotential der Hochalphazuchtstämme

Die Tabelle 4.8 gibt einen Überblick über die Ertrags- und Analysenergebnisse der angemeldeten Hochalphazuchtstämme im Vergleich zu den Standardsorten Hallertauer Magnum und Hallertauer Taurus in den bisherigen Versuchen. Da die Stämme und Sorten nicht an allen Prüfstandorten unter vergleichbaren Verhältnissen nebeneinander stehen, handelt es sich hier um angepasste Werte.

**Tab 4.8: Leistungspotential der Sorten und Hochalphazuchtstämme**

Zuchtstamm	Ertrag in Ztr./ha	kg $\alpha$ / ha	$\alpha$ -Säuren in %	$\beta$ -Säuren in %	Cohumulon in % der $\alpha$ -S.
Hall. Magnum	45	315	14,0	6,4	26
Hall. Taur us	42	315	15,0	5,0	22
93/010/034	45	315	14,0	4,5	22
93/010/036	50	350	14,0	5,3	27
93/010/063	52	350	13,5	5,5	31
95/094/816	55	400	15,0	4,8	35

#### Bemerkungen:

- bei allen Ertragsergebnissen handelt es sich um Mittelwerte aus Parzellenversuchen! Die zu erwartenden Praxiswerte liegen etwa 15-20% niedriger (siehe Hall. Magnum und Hall. Taurus).
- Analysenergebnisse der Inhaltsstoffe werden nach EBC 7.7 (HPLC, lufttrocken) ermittelt

#### 4.1.4 Brauversuche der Forschungsbrauerei St. Johann mit neuen Zuchtstämmen aus Hüll

##### 4.1.4.1 Hopfenanalyse

Da zu Beginn der Versuche noch keine Analysenergebnisse aus Hüll vorlagen, wurden die Hopfenmuster (Mitte November 2002) in St. Johann analysiert. Diese Werte dienten als Grundlage für die Hopfengaben.

Tabelle 4.9: Analysenergebnisse der Sorten und Zuchtstämme

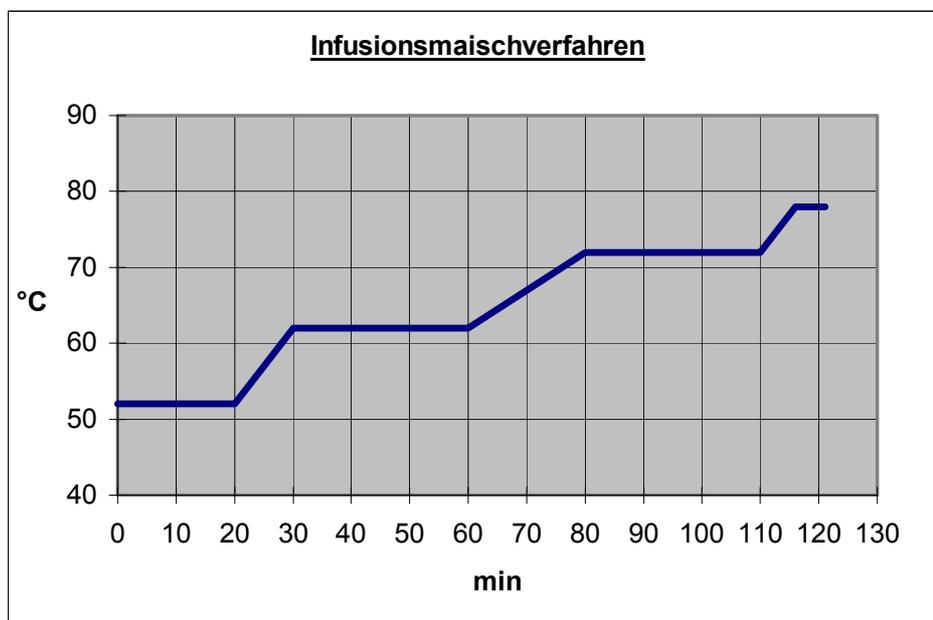
Bezeichnung der Sude	Stamm/Sorte	$\alpha$ -Säuren in %	$\beta$ -Säuren in %	Cohumulon in % der $\alpha$ -S.
A 1	HHA	5,1	5,3	21,6
A 2	HSR	5,0	7,9	16,0
A 3	87/024/055	5,7	5,2	14,0
A 4	87/024/056	7,9	5,4	17,7
B 1	HHM	15,2	7,3	27,6
B 2	HTU	16,1	4,9	24,2
B 3	93/010/036	13,4	5,4	28,4
B 4	95/094/721	14,5	6,3	33,1
B 5	95/094/816	18,2	5,9	37,4

##### 4.1.4.2 Sudbericht

Bei den Sortenversuchen für die Landesanstalt für Landwirtschaft, Hopfenforschungszentrum Hüll; wurden vermahlene Rohhopfenmuster von fünf Bitter- und vier Aromasorten nach unserem Standardsudverfahren gebraut. Ziel dieser Versuche war es, den Brauwert der Zuchtstämme im Vergleich mit arrivierten Sorten zu ermitteln.

34 kg eines Pilsener Malzes wurden auf einer Zweiwalzenschrotmühle trocken vermahlen und mit der vierfachen Menge Wasser bei 52°C eingemaischt. Daran schloss sich ein Infusionsmaischnverfahren (sh. Abbildung 4.1) an.

Abbildung 4.1: Temperatur- und Zeitverlauf beim Infusionsmaischnverfahren



Im Läuterbottich wurden aus der Maische zuerst 90 Liter Vorderwürze gewonnen. Zusammen mit den 7 Nachgüssen á 20 Liter ergab das 230 Liter Pfannevollwürze mit ca. 11,2 GG%.

**Einziger Unterschied zwischen den Bitter- und Aromasuden waren die Hopfengaben (s. folgende Tabelle) und die Kochzeit. Es wurde eine Bittere von 25-30 BE angestrebt, die im Falle der Aromasude nicht ganz erreicht wurden.**

**Tabelle 4.10: Hopfengaben bei den einzelnen Sudversuchen**

Versuche	Hopfengaben			Kochzeit
	Kochbeginn	Kochmitte	Whirlpool	
B 1-5	17 g $\alpha$	-	-	75 min
A 1-4	8 g $\alpha$	8 g $\alpha$	8 g $\alpha$	80 min

Die Würze wurde 75 bzw. 80 min mit dem Innenkocher gekocht. Beim Ausschlagen der Würze (ca. 195 Liter mit ca. 12,7 GG%) wurde der pH-Wert mit 30 ml Milchsäure (90%) auf ca. 5,10 korrigiert. Nach einer Whirlpoolrast von 20 min wurde die Würze mit einem Plattenkühler auf ca. 6°C gekühlt, über eine Sinterkerze mit Sterilluft belüftet und im Anstellbottich bei ca. 8-9°C mit Erntehefe (1. Führung aus einer Münchener Brauerei) mit einer Zellzahl von ca. 25 Mio. Z/ml angestellt.

Die Hauptgärung verlief eine Woche bei 9°C. Das Jungbier wurde mit Restextrakt ( $E_s = 4 - 5$  GG%) in den Lagertank geschlaucht. Dort wurde es bei 14°C gereift bis es endvergoren war und der Diacetylgehalt unter der Geschmacksschwelle lag.

Anschließend wurde 3-4 Wochen bei 1°C und 0,7 bar Druck gelagert, bevor mit einem Kieselgurhorizontalfilter und zwei Kerzenfiltern (Polypropylen-Membranen mit 1,2 $\mu$ m und 0,45 $\mu$ m) ohne Stabilisierung filtriert wurde. Die gesamte Biermenge wurde in Flaschen (0,5l Obus) abgefüllt und bis zur Auslieferung, Verkostung bzw. Analyse im Kühllager aufbewahrt.

#### **4.1.4.3 Verkostungsergebnisse**

Es wurden im Verkosterpanel St. Johann mehrere Verkostungen nach dem Verkostungsschema St. Johann (Tabelle 4.11) durchgeführt, dem eine Skalierung von 1 (schlechteste) – 5 (beste Bewertung), sowohl in den Einzelkriterien, als auch in der Summe, zugrunde liegt. Die Ergebnisse sowie eine kurze Charakterisierung der Biere sind der Tabelle 4.12 zu entnehmen.

**Tabelle 4.11: Verkostungsformblatt für Bier bei der Versuchsbrauerei St. Johann**

Verkostungsformblatt für Bier (klare Biere) Probenbezeichnung Prüfkriterien								
<b>Aussehen</b>	Farbe	1 deutlich zu hell	9	9	9	9	9	
		2 zu hell	8	8	8	8	8	
		3 etwas zu hell	7	7	7	7	7	
		4 Spur zu hell	6	6	6	6	6	
		5 typgerecht	5	5	5	5	5	
	Glanz/ Trübung	4 Spur zu dunkel	4	4	4	4	4	
		3 etwas zu dunkel	3	3	3	3	3	
		2 zu dunkel	2	2	2	2	2	
		1 deutlich zu dunkel	1	1	1	1	1	
		5 klar, leuchtend	5	5	5	5	5	
<b>Schaum</b>	Poren- größe	4 klar	4	4	4	4	4	
		3 opalisierend	3	3	3	3	3	
		2 opal	2	2	2	2	2	
		1 trüb, Bodensatz	1	1	1	1	1	
		5 durchgehend fein	5	5	5	5	5	
	Haft- vermögen	4 fein bis mittel	4	4	4	4	4	
		3 mittel	3	3	3	3	3	
		2 mittel bis grob	2	2	2	2	2	
		1 grobe Blasen	1	1	1	1	1	
		5 sehr gut anhaftend	5	5	5	5	5	
<b>Geruch</b>	4 gut anhaftend	4	4	4	4	4		
	3 befriedigend anhaftend	3	3	3	3	3		
	2 wenig anhaftend	2	2	2	2	2		
	1 schlecht, kein Anhaften	1	1	1	1	1		
	5 typisch, ausgeprägter Charakter	5	5	5	5	5		
<b>Ge- schmack</b>	4 rein, noch typisch	4	4	4	4	4		
	3 leichte Fehler	3	3	3	3	3		
	2 deutliche Geruchsfehler	2	2	2	2	2		
	1 starke Fehler, ungenießbar	1	1	1	1	1		
	5 typisch, ausgeprägter Charakter	5	5	5	5	5		
<b>Trunk</b>	Volmundigkeit	4 rein, noch typisch	4	4	4	4	4	
		3 leichte Fehler	3	3	3	3	3	
		2 deutliche Geschmacksfehler	2	2	2	2	2	
		1 starke Fehler, ungenießbar	1	1	1	1	1	
		5 typisch, ausgeprägter Charakter	5	5	5	5	5	
	Weichheit	4 rein, noch typisch	4	4	4	4	4	
		3 leichte Fehler	3	3	3	3	3	
		2 deutliche Geschmacksfehler	2	2	2	2	2	
		1 starke Fehler, ungenießbar	1	1	1	1	1	
		5 sehr weich	5	5	5	5	5	
<b>Rezenz</b>	Rezenz	4 weich	4	4	4	4	4	
		3 nicht ganz abgerundet	3	3	3	3	3	
		2 unharmonisch	2	2	2	2	2	
		1 hart	1	1	1	1	1	
		5 sehr gut anhaftend	5	5	5	5	5	
	<b>Bittere</b>	Intensität	4 adstringierend	4	4	4	4	4
			3 etwas zu rezent	3	3	3	3	3
			2 wenig rezent	2	2	2	2	2
			1 schal, abgestanden	1	1	1	1	1
			5 angenehm rezent	5	5	5	5	5
<b>Bittere</b>	Intensität	4 genügend rezent	4	4	4	4	4	
		3 mäßig rezent	3	3	3	3	3	
		2 wenig rezent	2	2	2	2	2	
		1 schal, abgestanden	1	1	1	1	1	
		5 sehr fein	5	5	5	5	5	
	<b>Bittere</b>	Qualität	4 deutlich zu bitter	4	4	4	4	4
			3 etwas zu bitter	3	3	3	3	3
			2 zu bitter	2	2	2	2	2
			1 deutlich zu wenig bitter	1	1	1	1	1
			5 sehr fein	5	5	5	5	5
<b>Bittere</b>	Qualität	4 fein	4	4	4	4	4	
		3 etwas nachhängend	3	3	3	3	3	
		2 nachhängend/breit	2	2	2	2	2	
		1 deutlich nachhängend/breit	1	1	1	1	1	
		5 sehr fein	5	5	5	5	5	

**Tabelle 4.12: Charakterisierung der Versuchsbiere bei den Verkostungen**

<b>5</b>	Geruch und Geschmack rein, etwas fruchtig Trunk voll, nicht ganz abgerundet Bittere deutlich, Spur nachhängend
<b>B2</b>	Geruch und Geschmack rein, Spur fruchtig Trunk voll, weich Bittere typgerecht, fein
<b>B3</b>	Geruch und Geschmack rein, Spur süßlich Trunk voll, weich Bittere typgerecht, noch fein
<b>B4</b>	Geruch und Geschmack neutral Trunk voll, nicht ganz abgerundet Bittere deutlich, Spur nachhängend
<b>B5</b>	Geruch und Geschmack etwas fruchtig Trunk voll, weich Bittere typgerecht, fein
<b>A1</b>	Geruch und Geschmack etwas fruchtig-süßlich, hopfenaromatisch Trunk voll, weich Bittere typgerecht, fein
<b>A2</b>	Geruch rein, hopfenaromatisch Geschmack rein Trunk voll, weich Bittere typgerecht, fein
<b>A3</b>	Geruch und Geschmack etwas fruchtig-estrig, hopfenaromatisch Trunk voll, sehr weich Bittere typgerecht, sehr fein
<b>A4</b>	Geruch Spur fruchtig-schweflig, hopfenaromatisch Geschmack etwas fruchtig Trunk voll, weich Bittere typgerecht, noch fein

#### **4.1.4.4: Schlussbetrachtung und Ausblick**

Die von der LfL, Hopfenforschungszentrum Hüll, für die Brauversuche zur Verfügung gestellten Hopfenmuster waren in Ihrer Beschaffenheit etwas unterschiedlich. Ferner handelte es sich bei den Versuchen um Einzelsude. Eine Bewertung der Ergebnisse dieser Versuche sollte diesen Sachverhalten Rechnung tragen.

Die Qualität der erzeugten Biere und damit der Brauwert aller eingesetzten Hopfensorten war in der ganzen Serie sehr hoch. In der Verkostung der frischen Biere lag kein Bier unter der Gesamtnote 4,0.

Weder bei den verbrauchten Aroma-, noch bei den Bittersorten, ergaben sich signifikant unterscheidbare Ergebnisse. Die kompletten Analysenergebnisse können bei der Versuchsbrauerei St. Johann oder am Hopfenforschungszentrum Hüll angefordert werden.

Für zukünftige Sortenversuche sollte ein einheitliches Procedere festgelegt werden, wie Hopfenmuster, die für Brauversuche vorgesehen sind, zu behandeln sind. Wir machen daher folgenden Vorschlag:

Die Hopfen sollten nach Möglichkeit sofort nach der Ernte getrocknet und eine für die Sudversuche ausreichende Menge (min. 150 g  $\alpha$ ) direkt in St. Johann in einen Zewathener abgefüllt, begast, verschlossen und bis zum Beginn der Versuche im Kühlhaus bei  $-35^{\circ}\text{C}$  gelagert werden. Damit sollte eine gleiche Ausgangsqualität der zu Versuchen eingesetzten Hopfen gewährleistet sein.

Um eine noch größere Unterscheidung der Hopfensorten in den Bieren zu ermöglichen, wird für zukünftige Versuche eine Anhebung des Bitterstoffniveaus im fertigen Bier auf 30 BE empfohlen.

Abbildung 4.2: Ergebnis der Verkostung bei den Bittersorten

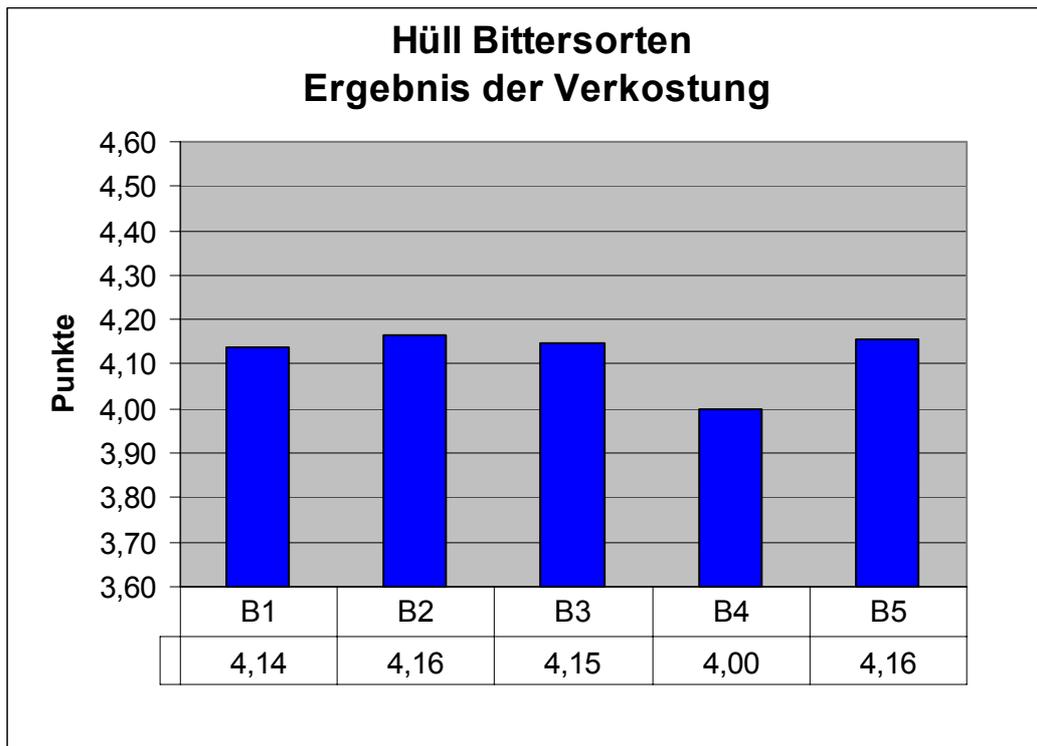
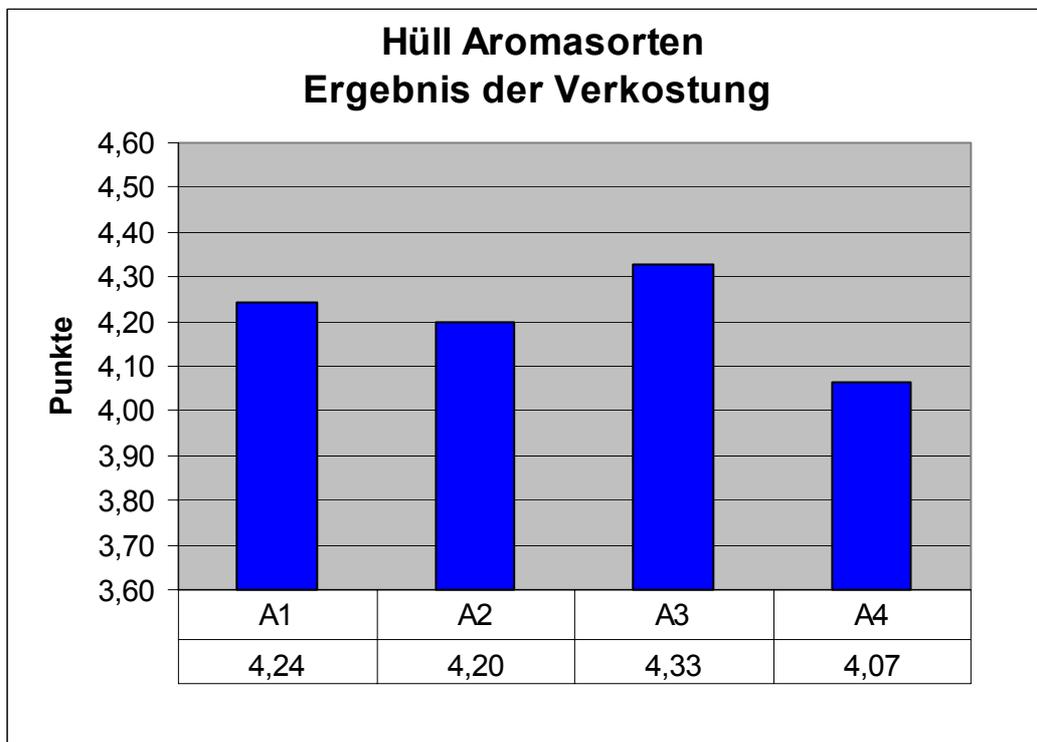


Abbildung 4.3: Ergebnis der Verkostung bei den Aromasorten



#### 4.1.5 Mehltaresistenzzüchtung - Wildhopfen als vielversprechende Ressource für neue Mehltaresistenzen

In den letzten Jahren wurde in Hüll ein sehr umfangreiches Wildhopfensortiment aufgebaut. Wegen seines breiten geographischen Ursprungs (Europa, USA, Japan) wird diese Wildhopfensammlung als wichtige neue genetische Ressource gesehen. Mit Unterstützung der Wissenschaftlichen Station für Brauerei in München konnten 2003 die bereits im Gewächshaus begonnenen Arbeiten in einem Projekt fortgesetzt und intensiviert werden, um neuartige, bisher noch nicht bekannte Resistenzgene in diesem Wildhopfenpool zu identifiziert. Wildhopfen mit neuen, noch voll wirksamen Mehltaresistenzen könnten schließlich zur Einkreuzung und Verbreiterung der genetischen Basis im Hüller Zuchtmaterial verwendet werden.

Im Frühjahr 2001 waren ca. 8000 Wildhopfen von über 58 verschiedenen Standorten in Deutschland, Italien, Österreich, Ungarn und den USA im Gewächshaus nach künstlicher Infektion mit Mehltasporen auf ihre Widerstandsfähigkeit bereits geprüft worden. Bei über 780 Individuen wurden keine Mehltapusteln auf den Blättern festgestellt, weshalb sie als resistent bonitiert wurden.

Im Frühjahr 2003 zu Beginn des Projektes wurden die im Vorscreening als widerstandsfähig eingestuften Hopfen nochmals im Gewächshaus einer Resistenzprüfung unterzogen. Um dieses Screening im Gewächshaus im Vergleich zu früheren Jahren zuverlässiger zu gestalten, wurden Mehltaurassen mit dem in der Hallertau vorherrschenden Virulenzspektrum (v3, v4, v6 und vB) als Inokulationsmaterial von EpiLogic, unserem Kooperationspartner, speziell angezogen und von uns im Gewächshaus eingesetzt. Durch den Einsatz dieser speziell angezogenen Mehltausolate definierter Virulenz konnte sichergestellt werden, dass zum einen der Infektionsdruck mit Pilzsporen im Gewächshaus hoch genug war und andererseits wirklich mit Mehltaurassen geprüft wurde, die im Hopfenanbaugebiet der Hallertau auftreten. Diese Prüfsicherheit war in früheren Tests nicht gewährleistet, weshalb die Zahl der als mehltaresistent eingestuften Wildhopfen nach diesem 2. Mehltaresistenztest im Gewächshaus von 750 auf 144 reduziert wurde.



Um nicht nur die Resistenz gegenüber heimischen Mehltaurassen prüfen zu können, wurden 355 Wildhopfen, die z.T. bereits im Gewächsscreening als widerstandsfähig eingestuft worden waren, im Labor von EpiLogic mit Mehltaurassen beimpft, wie sie in England vorkommen.

Für diese Resistenzprüfung im Labor wurde ein spezielles Mehltauinfektions-Prüfsystem in Kombination mit Mehltauisolaten definierter Virulenz eingesetzt. Beides war von der LfL und ihrem Kooperationspartner EpiLogic in einem von der Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft finanzierten Projekt erarbeitet und etabliert worden. Ein Set von 13 Einzelkondienisolaten von *Sphaerotheca humuli*, die das Virulenzspektrum der Mehltaupopulationen in England, Frankreich, den USA und im Hallertauer Anbaugebiet widerspiegeln, steht für die Mehltautestungen zur Verfügung. Mit diesem Sortiment an Mehltau-Pathotypen kann auf fast alle bislang in der Hopfenzüchtung genutzten und bekannten Resistenzgene getestet werden.

Da die Mehltauisolate bereits 1999 bzw. 2000 hergestellt worden waren, wurden bei Projektbeginn die Virulenzeigenschaften der 13 Mehltauisolate nochmals überprüft. Damit sollte sichergestellt werden, dass in der Zwischenzeit die Virulenzgene nicht durch Mutationen verändert worden waren. Mit einem sog. Hopfen-Differentialsortiment, also mit Hopfensorten und Stämmen, die fast alle bekannten Resistenzgene (R1, R2, R3, Rb, R4, R5, R6, RB, RW25, RW30 und RW49) tragen, wurden Virulenzanalysen durchgeführt, die letztlich die charakteristischen Infektionseigenschaften (v1, v2, V3, v4, v6, vB, vW) der verschiedenen Mehltauisolate bestätigten.

Im Labor wurde für die Resistenztestung ein Pilzisolat aus England eingesetzt, das die Virulenzgene v1 und v2 besitzt. Von 355 Wildhopfen, die in der Petrischale getestet wurden, zeigte sich auf den jungen, hoch empfindlichen Blättern von 90 Sämlingen kein oder extrem wenig Wachstum des Mehltaupilzes.

Somit konnten nach der ersten Prüfsaison im Gewächshaus und im Labor (Abb. 4.4) 64 Wildhopfen ausgelesen werden, die sich gegenüber allen bisher eingesetzten Mehltaurassen als widerstandsfähig gezeigt hatten.

Im nächsten Jahr sollen alle nach der Gewächshaus- und Labortestung befallsfrei gebliebenen Wildhopfen im Labor auf Resistenz gegenüber Mehltau-Typen mit v5-Virulenz geprüft werden. Wildhopfen, die dann immer noch frei von Mehltaubefall geblieben sind, könnten als Träger vielversprechender neuer Resistenzen gesehen werden.

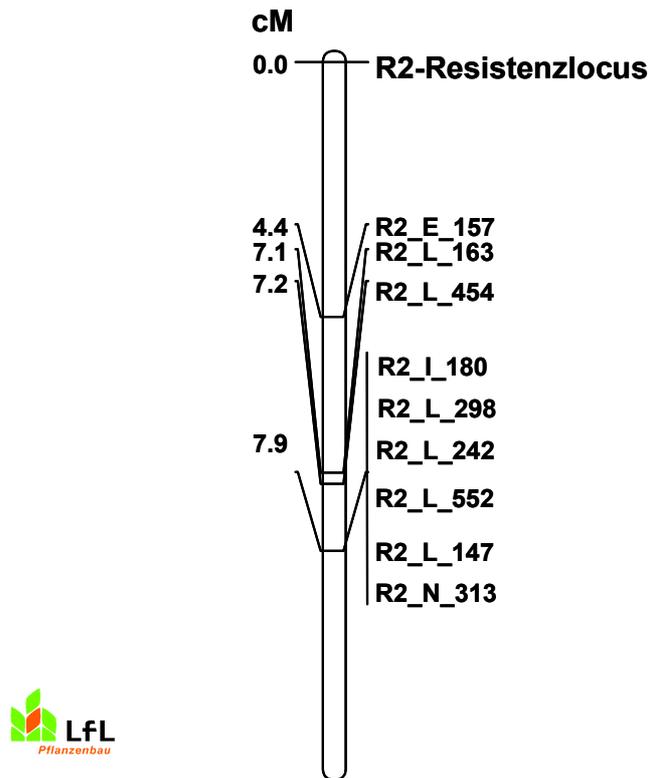
## **4.2. Genomanalyse**

### **4.2.1 Identifizierung von Mehltaresistenzmarker**

Ziel des von der Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft geförderten Projektes „Entwicklung molekularer Selektionsmarker für Mehltaresistenz zur effektiven Unterstützung der Züchtung von Qualitätshopfen“ (Wifö-Nr. B 80) ist es, die Mehltaresistenzzüchtung über Gendiagnose zu forcieren. Genomanalytische Methoden haben den Vorteil, dass sie sehr schnell und sehr sicher durchzuführen sind. Sie sind unabhängig von Umwelteinflüssen, unabhängig vom Entwicklungszustand der zu untersuchenden Pflanzen und vor allem unabhängig vom Infektionsdruck des Pathogens. So können mehltaresistente Pflanzen auch in Jahren ohne Mehltaubefall mit DNA-Markern selektiert werden. Außerdem ist ein entscheidender Vorteil, dass es mit molekulare Marker möglich ist, die gelungene Kombination mehrerer Resistenzgene im Zuchtmaterial nachzuweisen.

Die Suche nach Resistenzmarkern basiert immer auf der Erstellung von Kartierpopulationen aus Kreuzungen eines Resistenzträgers mit einem hochanfälligen Elter. Als Resistenzdonoren stehen bislang die Sorte „Wye Target“ mit seiner noch voll wirksamen R2-Resistenz zur Verfügung, die Sorte „Buket“ mit dem Rbu-Gen und Wildhopfen mit neu charakterisierten R-Genen.

Der Schwerpunkt der Markersuche lag auch im letzten Jahr bei der Suche nach R2- Markern. Dabei konnte das Spektrum auf jetzt insgesamt 9 Selektionsmarker (siehe Abb. 4.5) erweitert werden.



**Abbildung 4.5: Kartierung von R2-Mehltauresistenzmarkern**

Die Qualität der R2-Resistenzmarker konnte bislang in 4 verschiedenen Kartierpopulationen bestätigt werden. Die Verifizierung dieser Mehltauresistenz-Banden in einem Spektrum von 255 weiblichen und männlichen Zuchtstämmen konnte noch nicht abgeschlossen werden.

An der Erarbeitung einer genetischen Karte, in der identifizierte DNA-Marker für Mehltauresistenz lokalisiert werden sollen, wird momentan gearbeitet. Es zeigte sich, dass die Anzahl aller bisher gewonnenen Fingerprint-Daten für die Errechnung einer genetischen Karte noch nicht ausreicht. Neue Arbeiten schließen daher ein weiteres AFLP-Enzymsystem (PstI + MseI) mit ein.

Neben Markern für die R2- Resistenz von „Wye Target“ sollte im letzten Jahr auch begonnen werden, Marker für die Resistenzen zweier Wildhopfen aus Thüringen zu entwickeln, die bis zu diesem Zeitpunkt noch wirksam waren. Nach künstlicher Infektion mit einem definierten Mehltauisolat wurden von zwei Kartierpopulationen mit WH25 als Resistenzträger und einer Kartierpopulation mit dem Wildhopfen WH 49 die Resistenzdaten ermittelt. Mit dem Isolat Hüll ZG konnte bei insgesamt 360 Pflanzen im Labor eine gute Differenzierung zwischen resistenten und anfälligen Individuen der einzelnen Kartierpopulationen erreicht werden. Kurz nach diesen Tests zeigte sich, dass erstmalig Mehltaubefall bei den beiden Wildhopfen

WH25 und WH49, den Resistenzträgern der oben genannten Kartierpopulationen, im Hüller Gewächshaus auftrat. Da das Mehltaurassengemisch im Hüller Gewächshaus repräsentativ für das Hallertauer Anbaugebiet gesehen werden kann, wurden die molekularen Arbeiten bzgl. dieser Resistenzträger nicht weitergeführt. Es ist anzunehmen, dass diese Resistenz in der Hallertau nunmehr gebrochen ist.

### **Ausblick**

Zur Pyramidisierung mehrerer Resistenzen im Hüller Zuchtmaterial, stehen für molekulare Analysen Kartierpopulationen aus der Eifel zur Verfügung. Deren Resistenz übertraf in einem Screening mit internationalen Mehltaurassen sogar die Resistenz von „Wye Target“. Es soll demnächst auch begonnen werden, die Expression des R2-Gens von „Wye Target“ über cDNA-AFLPs zu untersuchen.

### **4.2.2 Analyse von QTLs für $\alpha$ -, $\beta$ -Säure, Cohumulon, Xanthohumol und Ertrag**

Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, DNA-Marker für Gene von brautechnisch relevanten Inhaltsstoffen zu identifizieren. Darüber hinaus besteht in diesem Forschungsprojekt erstmalig die Möglichkeit, züchterisch wertvolle agronomische Merkmale wie z.B. Ertrag, Internodienabstand und Doldenform molekular zu beschreiben. Anhand einer spaltenden Population wird durch dieses Projekt zum ersten Mal auch der Einfluss des jeweiligen Standorts auf diese wichtigen Parameter beschrieben.

Grundlage dieses QTL (quantitative trait loci)-Kartierungsprojektes ist eine spaltende Population von 139 Hopfensämlingen. Über die Erstellung einer genetischen Karte sollen nach dem Erfassen chemisch-analytischer als auch phänotypischer Daten züchterisch interessante Genabschnitte mit molekularen Markern beschrieben und identifiziert werden. Als sichere Grundlage dieses Projektes wurden insgesamt ca. 500 Hopfenpflanzen der 4 Standorte stichprobenartig beerntet und über AFLP-Fingerprints auf ihren Genotyp hin untersucht. Diese molekularen Daten können später auch zur Erstellung einer genetischen Karte genutzt werden. Von ca. 3000 Doldenmustern werden momentan über die HPLC-Analyse  $\alpha$ -,  $\beta$ -Säure, Cohumulon- und Xanthohumol-Gehalt bestimmt. In drei weiteren Kreuzungen mit ca. je 60 Pflanzen, die in Hüll nun schon im zweiten Jahr chemisch analysiert wurden, konnten mehrere sehr vielversprechende molekulare Marker identifiziert werden, die bei Sämlingen mit einem Cohumulonwert über 25 auftreten. Diese Marker sind nun in der eigentlichen Kartierungspopulation zu verifizieren.

### **4.2.3 Weitere molekulare Analysen beim Hopfen**

Im Vorfeld eines möglichen Projektes wurden molekulare Arbeiten durchgeführt. Über Fingerprint-Analysen wurden die Eltern einer Kartierpopulation (Blattlausresistenz) auf einen ausreichenden Polymorphiegrad hin untersucht. Bei diesen Arbeiten wurde ein ausreichender Polymorphiegrad festgestellt, was für die erfolgreiche Durchführung des Projektes von entscheidender Bedeutung ist.

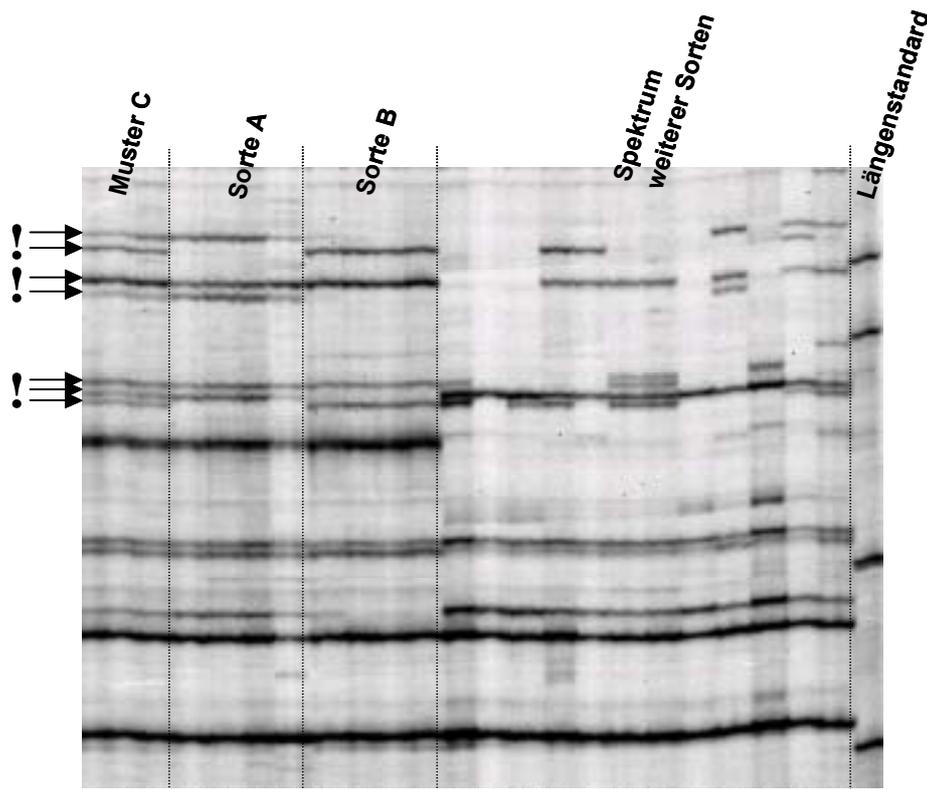
Von wichtigen Hopfensämlingen aus verschiedenen Kreuzungen des Jahres 2002 wurden im Spätherbst, als noch keine Aussage über ihr Geschlecht getroffen werden konnte, über DNA-Analysen das Geschlecht bestimmt. Mit zwei DNA-Männlichmarkern (1 STS und 1 RAPD) konnten 58 männliche und 172 weibliche Sämlinge identifiziert werden.

Im Rahmen der Großvermehrung von Fehsern von „Hallertauer mfr.“, „Hersbrucker“ und „Hallertauer Taurus“ wurden vorab von 154 Pflanzen ca. 1200 Datenpunkte produziert. Basierend auf diesen Daten konnte dann der jeweilige Sortengenotyp dieser Fehser verifiziert werden. Diese Untersuchungen sind für das Hopfenforschungszentrum Hüll von

enormer Wichtigkeit, um sicherzustellen, dass die Hopfenpflanzer mit den gewünschten Pflanzen beliefert werden. Denn aus nur einem einzigen falschen Fehser würden später einige Tausend „falsche“ Genotypen vermehrt werden.

Bei einer Untersuchung für die Hopfenwirtschaft konnten auch von 50 angeblichen Genotypen einer Sorte mit Hilfe der AFLP –und Mikrosatellitenmarker eindeutig ein falscher Genotyp identifiziert werden. Auch im vergangenen Jahr ließen sich wieder an einigen praxisnahen Beispielen der enorme Nutzen von molekularer Markern in der Hopfenforschung zeigen.

Über eine „trueness-to-type“-Analyse von verschiedenen Hopfenmustern zeigte sich folgendes Ergebnis. In der Abbildung 4.6 ist sehr gut zu sehen, mit welcher Genauigkeit die AFLP-Methodik in Fragen zur Sortenreinheit herangezogen werden kann. Von 3 Hopfenmustern (A,B,C) waren nur A und B bekannt. Es galt zu klären, ob das Hopfenmuster C repräsentativ für die Sorte A oder B steht. Als Referenz für die anschließende Fingerprint-Analyse wurde die DNA einiger häufig verwendeter Hopfensorten mitgeführt. In der Untersuchung konnte eindeutig geklärt werden, dass es sich bei der Probe C weder um eine reine Sorte A, noch um die Sorte B handelt. Auch konnte C keiner der Referenzsorten zugeordnet werden. In der Probe C konnten eindeutige sowohl Fragmente von A als auch von B nachgewiesen werden (siehe Abb. 4.6). Es könnte sich bei dem Muster C um eine Mischung von A und B handeln. Für die enorme Effizienz dieser Technik spricht auch die Tatsache, dass es sich bei den Sorten A und B um sehr eng verwandte Hopfensorten handelt, die analytisch nur schwer voneinander zu unterscheiden sind.



### **4.3 Erarbeitung einer effektiven Methode zur Erzeugung pilzresistenter Hopfen über Gentransfer**

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Etablierung einer effizienten Transformationsmethode für den Gentransfer bei Hopfen. Nach Etablierung solch einer Methode sollen letztendlich Resistenz-Gene gegen pilzliche Erreger in den Hopfen übertragen werden.

#### **Transformation**

Internodien der Hüller Hopfensorten 'Hallertauer Magnum', 'Hallertauer Mittelfrüh', 'Saazer' und 'Saphir' wurden weiterhin mit dem GUS-Reportergensystem transformiert. Neben dem indirekten Gentransfer über die Agrobakterien-Infektion wurde auch erstmals die Genkanone, also der direkte Gentransfer, für eine transiente Expression genutzt. Auch ein erstes, eigenes Chitinase-Konstrukt wurde für die Transformation eingesetzt.

#### **Regeneration und Nachweis von transgenen Pflanzen**

Aus Internodien konnten weitere Pflanzen selektiert und regeneriert werden. Weiterhin wurden jedoch nur bei der Hopfensorte 'Saazer' mehrere der auf Kanamycin selektierten Pflanzen mittels GUS-Färbung als positiv, also als transgen, getestet.

Seit Februar 2003 werden neun transgene 'Saazer'-Pflanzen der ersten Versuchsreihen erfolgreich im Gewächshaus kultiviert. Sie erweisen sich - ebenso wie die transgenen in vitro-Pflanzen - als einheitlich und stabil transgen. Gen-'Silencing' oder Chimärenbildung wurden nicht beobachtet. Erstmals konnten auch Pflanzen der Sorte 'Hallertauer Mittelfrüh' nach Agrobakterien-Transformation regeneriert werden. Jedoch starben diese in vitro Pflänzchen - vermutlich aufgrund endogener Infektionen - bisher stets bei einer Größe von ca. 1-2 cm ab. Dadurch konnte bisweilen keine Überprüfung eines stabilen und einheitlichen Transformationserfolgs durchgeführt werden.

Erste Transformationsversuche mittels Genkanone brachten bei allen eingesetzten Sorten eine intensive, transiente Expression, doch konnte aufgrund mangelnder Regeneration keine Kontrolle eines stabilen Geneinbaus erfolgen. Für die Fortsetzung solcher Versuchsreihen müsste vorab ein separates Regenerationsprotokoll erstellt und optimiert werden.

#### **Optimierung des Transformations-Regenerations-Systems**

Weitere Phytohormonzusammensetzungen ( $GA_3$  / BAP / Spermidine; 2-iP) und Antibiotika-Reihen wurden in Regenerationsversuchen getestet.

Versuchsansätze mit der Sorte 'Saphir' wurden aufgrund mangelnder Regeneration verworfen. Statt dessen wurden die Sorten 'Hallertauer Taurus' (Hochalphasorte, hochanfällig gegenüber Echtem Mehltau) und 'Phoenix' (resistent/tolerant gegen *Verticillium*) in Kultur genommen und werden in Kürze für Regenerations- und Transformationsversuche zur Verfügung stehen.

Große Probleme bereiten weiterhin endogene Kontaminationen mit pilzlichen und bakteriellen Erregern in der Hopfengewebekultur, aber auch exogene Erreger und Schädlinge im Gewächshaus. Daher wurden ausführliche Studien zur Bekämpfung solcher Kontaminationen fortgesetzt. Dabei wurden diverse Behandlungen mit Antibiotika, Fungiziden, Bioziden durchgeführt.

#### **Herstellung eigener Konstrukte**

Parallel zur Methodenoptimierung sollten Konstrukte mit Resistenz-Genen erstellt werden.

Die Arbeit mit einem Chitinase-Gen erwies sich dabei als aufwändiger als zunächst angenommen: über RNA-Isolation, RT-PCR und PCR wurde cDNA hergestellt und amplifiziert.

Auch die weitere Klonierung dieser cDNA erwies sich als schwierig - vermutlich aufgrund ausgeprägter Sekundärstrukturen im Endbereich des Gens. Mittlerweile konnte das Gen

jedoch erfolgreich mit Restriktionsschnittstellen bestückt und gerichtet in einen Promoter eingebaut werden.

Dieses Konstrukt wurde zwischenzeitlich in einen binären Vektor übertragen, der nun für Gentransferversuche an Hopfenpflanzen zur Verfügung steht. Erste transgene Hopfenpflanzen, die dieses Resistenzgen in ihr Genom aufgenommen haben, werden zur Zeit mittels PCR, SDS-PAGE und Infektionstest überprüft.

### **Ausblick**

Es soll weiterhin eine Optimierung der Regenerations- und Transformationsprotokolle für Hüller Zuchtsorten erfolgen. Informationen zu Genen, die Resistenzen gegen pilzliche Erreger vermitteln können, werden eingeholt und ausgewertet. Weitere Plasmide (Vektoren) werden auf ihre Eignung für den Transfer von Resistenzgenen in den Hopfen überprüft. Die Herstellung weiterer eigener Konstrukte für den Gentransfer soll in Kürze erfolgen.

Außerdem werden Methoden zur Überprüfung der Chitinase-Aktivität unter Laborbedingungen (SDS-PAGE, Chitinase Isolation und Assay, Southern Blot) zur Zeit weiter etabliert. Für die Testung der Mehltaresistenz kann ein Infektionstestsystem in Petrischalen im Labor genutzt werden.

## 5 Hopfenbau, Produktionstechnik

Johann Portner, Dipl. Ing. agr.

### 5.1 Düngung

#### 5.1.1 Nmin-Untersuchungen 2003

Die Stickstoffdüngung nach DSN (Nmin) ist in der Praxis eingeführt und ist zu einem festen Bestandteil der Düngeplanung geworden. Im Jahr 2003 wurden in Bayern 3809 Hopfengärten auf den Nmin-Gehalt untersucht und eine Düngeempfehlung erstellt.

In Tabelle 5.1 ist die Entwicklung der Zahl der Proben zur Nmin-Untersuchung zusammengestellt. Festzustellen ist, dass die Nmin-Gehalte von 1999 bis 2003 erheblich niedriger als in den vorangegangenen Jahren sind.

**Tabelle 5.1: Zahl der Nmin-Untersuchungen und durchschnittliche Nmin-Gehalte sowie Düngeempfehlung in Hopfengärten der bayerischen Anbauggebiete**

Jahr	Anzahl der Proben	Nmin kg N/ha	Düngeempfehlung kg N/ha
1983	66	131	
1984	86	151	
1985	281	275	
1986	602	152	
1987	620	93	
1988	1031	95	
1989	2523	119	
1990	3000	102	
1991	2633	121	
1992	3166	141	130,0
1993	3149	124	146,0
1994	4532	88	171,3
1995	4403	148	126,6
1996	4682	139	123,3
1997	4624	104	146,7
1998	4728	148	118,5
1999	4056	62	166,6
2000	3954	73	157,7
2001	4082	59	162,6
2002	3993	70	169,0
2003	3809	52	171,0

Auf der Basis des Nmin-Gehaltes wurde den Hopfenpflanzern für jeden untersuchten Hopfengarten mit Hilfe des Computers eine detaillierte Stickstoffdüngempfehlung erstellt. Die Bodenproben zur Nmin-Untersuchung wurden von Ende Februar bis Anfang April auf eine Tiefe von 0-90 cm gezogen. Die N-Untersuchung erfolgte im Labor des Hopfenringes in Hüll mit RQflex-Teststreifen der Firma Fritzmeier. Im Bodenfiltrat wird der Gehalt an NO<sub>3</sub>-N gemessen. Falls laut Erhebungsboden eine organische Düngung durchgeführt wurde, wird zusätzlich der Ammoniumanteil bestimmt.

Ein EDV-Programm errechnet, ausgehend von einem bestimmten Sollwert, abzüglich des verfügbaren Stickstoffs im Boden, den restlichen Stickstoffbedarf. Zur Verfeinerung des Systems werden für bestimmte Parameter Zu- oder Abschläge gemacht und die

Düngergaben je nach Sorte auf verschiedene Termine aufgeteilt. In der folgenden Tabelle 5.2 kann die Berechnung der N-Düngeempfehlung nachvollzogen werden.

**Tabelle 5.2: Berechnung des N-Düngebedarfes in Bayern**

<b>Sollwert</b>	<b>240 kg N/ha</b>
Zu- und Abschläge	
<b>Ertrag</b>	
< 1500 kg/ha	- 10
- 2000 kg/ha	0
- 2500 kg/ha	+ 10
> 2500 kg/ha	+ 20
	_____ kg N/ha
<b>ohne Untersaat</b> <sup>1)</sup>	+ 10
	_____ kg N/ha
<b>organische Düngung</b> <sup>2)</sup>	
Rebenhäcksel, Kompost	- 10
Stallmist, Gülle	- 20
	_____ kg N/ha
<b>Bodenart S, IS</b> <sup>3)</sup>	+ 10
	_____ kg N/ha
<b>korrigierter Sollwert</b>	_____ kg N/ha
abzüglich Nmin-Gehalt (90 cm Tiefe)	_____ kg N/ha
Begrenzung: <sup>4)</sup>	
<b>Ertrag</b>	
< 1500 kg/ha	max. 150 kg N/ha
- 2000 kg/ha	max. 165 kg N/ha
- 2500 kg/ha	max. 180 kg N/ha
> 2500 kg/ha	max. 195 kg N/ha
<b>Stickstoffdüngung</b> (mineralisch und organisch)	_____ kg N/ha

**Erläuterungen über Zu- und Abschläge des Sollwertes bei der Berechnung des Düngebedarfes:**

- 1) Bei der Verrottung der Untersaaten wird während der Wachstumszeit zusätzlicher Stickstoff freigesetzt, deshalb erhöht sich der Düngebedarf ohne Untersaat.
- 2) Langjährige organische Düngung erhöht ebenfalls die Stickstoffnachlieferung, dadurch erniedrigt sich der Düngebedarf.
- 3) Leichte Sandböden haben ein geringeres Stickstoffnachlieferungsvermögen, deshalb erhöht sich der Düngebedarf, die Aufteilung muss jedoch in mehreren kleinen Gaben erfolgen.
- 4) Die Stickstoffbegrenzung vermeidet eine Überdüngung bei niedrigen Nmin-Werten.

In der Tabelle 5.3 ist für die bayerischen Anbauggebiete auf der Basis der Landkreise die Zahl der untersuchten Hopfengärten, der durchschnittliche Nmin-Wert, sowie die daraus errechnete durchschnittliche Stickstoffdüngempfehlung zusammengestellt.

**Tabelle 5.3: Zahl, durchschnittliche Nmin-Gehalte und Düngeempfehlungen aus den Hopfengärten der Landkreise und Anbaugebiete in Bayern 2003**

Anbaugebiet	Landkreis	Zahl der Proben	Nmin kg N/ha	Düngeempfehlung kg N/ha
Hallertau	Pfaffenhofen	1169	46,3	173
	Freising	393	60,5	169
	Eichstätt	252	40,8	175
	Kelheim	1603	54,3	172
	Landshut	261	54,8	171
<b>Durchschnitt</b>	<b>Hallertau</b>	<b>3678</b>	<b>51,6</b>	<b>172</b>
Spalt	Roth	105	74,1	146
	Weißenburg-Gunzenhausen	0	0	
<b>Durchschnitt</b>	<b>Spalt</b>	<b>105</b>	<b>74,1</b>	<b>146</b>
Hersbruck	Hersbruck	26	56,9	147
<b>Bayern</b>		<b>3809</b>	<b>52,2</b>	<b>171</b>

In Tabelle 5.4 sind die Werte nach Sorten aufgelistet.

Auffällig ist, dass Hopfensorten mit hohem Ertragsniveau niedrigere Nmin-Werte und höheren Entzug haben.

**Tabelle 5.4: Zahl, durchschnittliche Nmin-Gehalte und Düngeempfehlung bei verschiedenen Hopfensorten in Bayern 2003**

Sorte	Zahl der Proben	Nmin kg N/ha	Düngeempfehlung kg N/ha
Columbus	2	32,7	188
Sonstige	5	44,0	179
Nugget	118	47,4	177
Hallertauer Taurus	385	46,1	176
Hallertauer Magnum	978	48,8	175
Target	15	61,4	173
Brewers Gold	8	46,7	173
Hallertauer Merkur	31	51,8	173
Hallertauer Tradition	461	54,8	173
Spalter Select	235	52,4	172
Perle	667	55,0	171
Saphir	16	49,1	171
Hersbrucker Spät	293	53,5	169
Northern Brewer	173	57,8	164
Hallertauer Mfr.	374	55,0	159
Spalter	48	69,8	145

## 5.1.2 Stickstoffbedarfsversuch nach Nmin in Biburg

Die langjährigen Stickstoffversuche nach Nmin wurden in einem Vergleich von Flächendüngung mit Banddüngung weitergeführt. Die mineralische N-Düngung wurde bei der Flächendüngung breitwürfig ausgebracht. Bei der Banddüngung wurde 1/3 der Fläche zwischen den Stockreihen nicht mit Stickstoff gedüngt und damit die ausgebrachte N-Menge um 1/3 reduziert.

Ziel dieses Versuches war es abzuklären, ob mit Banddüngung die Stickstoffdüngung ertragsneutral reduziert werden kann, um die N-Bilanz bei Hopfen zu verbessern.

Zur Durchführung dieses Versuches wurde ein Standort in Biburg gewählt, der bei relativ gleichen Bodenverhältnissen und mittleren Bodenuntersuchungswerten die Möglichkeit bot, zwei Sorten nebeneinander zu vergleichen.

### Versuchsdaten:

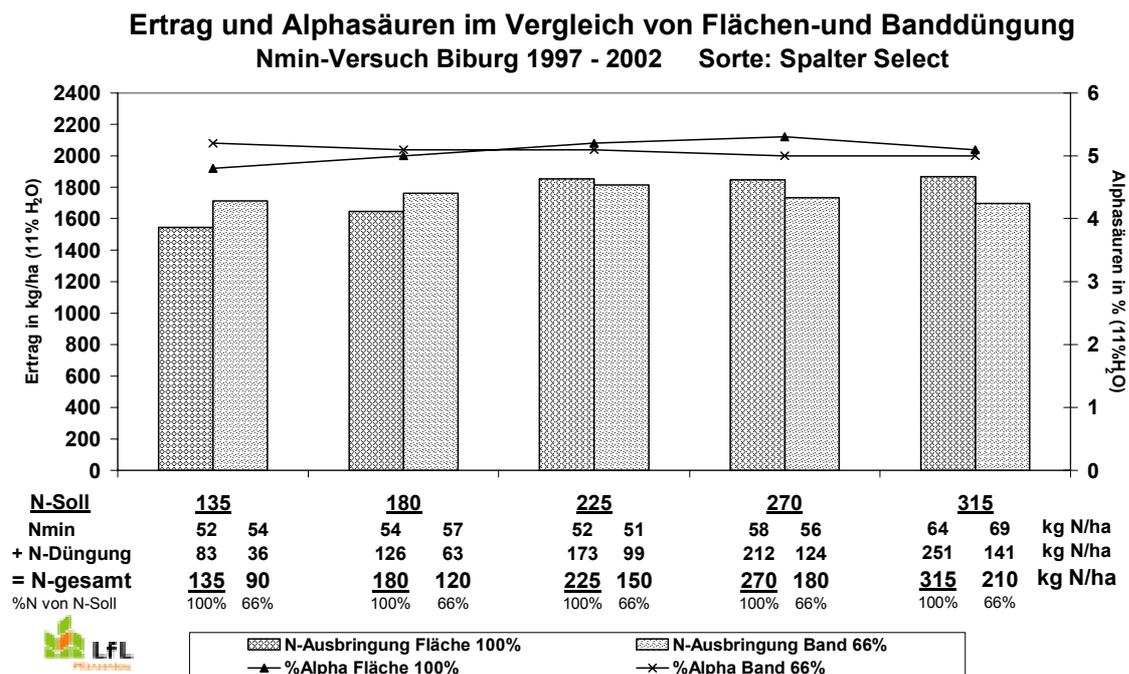
1. Großraumanlage: Reihentfernung 3,2 m, Stockabstand in der Reihe 1,65 m
2. Sorten: Spalter Select (SE) und Hallertauer Magnum (HM)
3. N-Sollwerte: von 135 bis 315, in 5 Stufen
4. N-Ausbringung: - breitwürfig (100 % der Fläche)  
- Band ( $\frac{2}{3}$  der Fläche, ergibt  $\frac{1}{3}$  Einsparung der N-Dünger)
5. Düngerart: nur Mineraldünger (Verzicht org. Dünger)

### Standortdaten:

1. Bodentypologie: Braunerde aus fein- und mittelsandigem Molassematerial
2. Bodenart: stark lehmiger Sand
3. Bodenuntersuchungsergebnisse: (Beginn des Versuchs)  
Sorte SE: pH 5,7; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 27; K<sub>2</sub>O 12; Mg 5  
Sorte HM: pH 5,5; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 32; K<sub>2</sub>O 15; Mg 5

In der Abb. 5.1 sind die Erträge und die Alphasäuregehalte in % für die Sorte Spalter Select aufgetragen. Die angehängte Tabelle zeigt die durchschnittliche Höhe der Nmin-Gehalte in den Stufen und die jeweilige durchschnittliche N-Düngung.

Abbildung 5.1:



Die gemittelten Erträge und Alphasäuregehalte zeigen, dass die Ertragsspitze auf diesem Standort bereits beim N-Sollwert 225 erreicht wurde. Die Ertragsunterschiede zwischen Flächen- und Banddüngung bzw. mit dem N-Sollwert 270 verglichen sind minimal und statistisch nicht absicherbar.

Auch die Überprüfung der erzeugten kg Alphasäuren je Hektar (Abb. 5.2) verändern das Ergebnis nicht.

Abbildung 5.2:

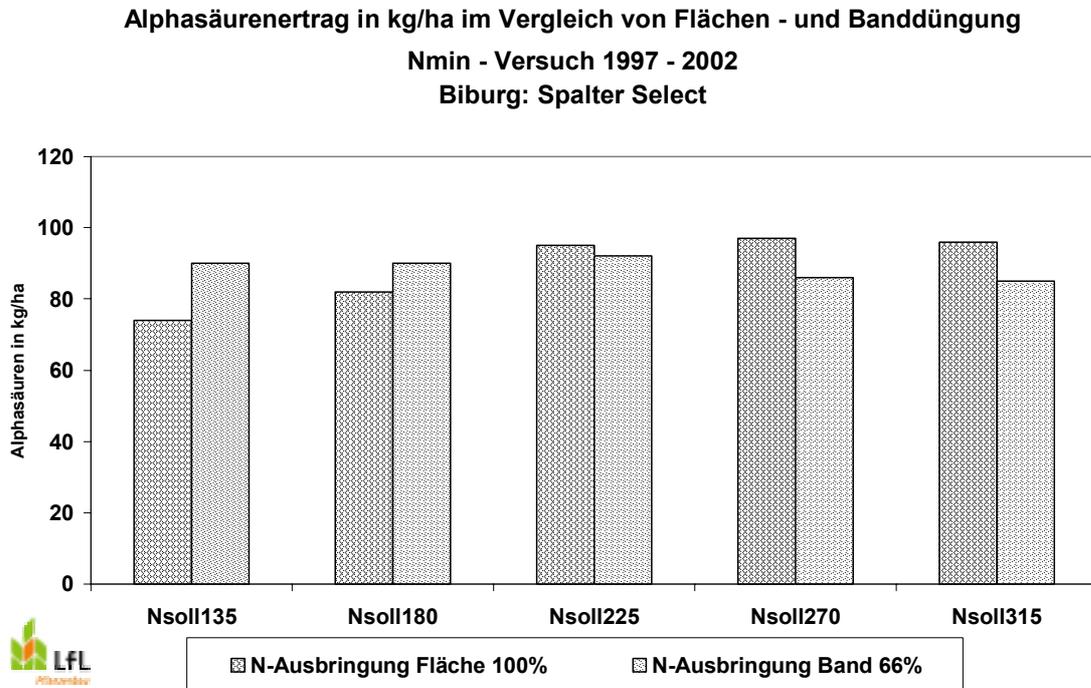
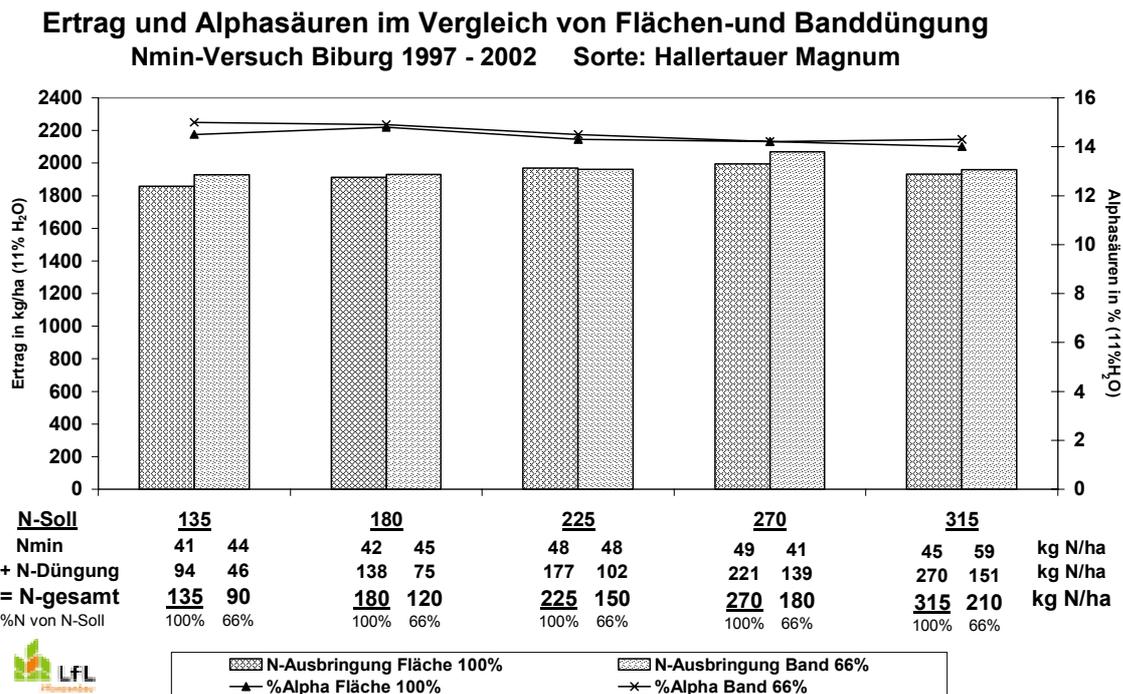


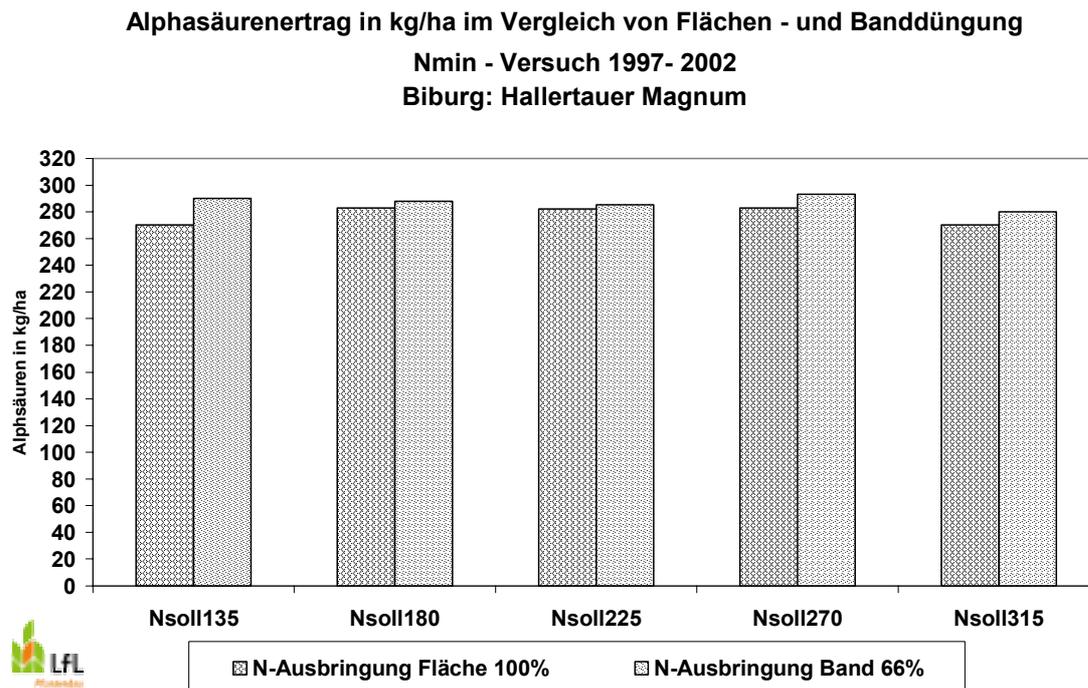
Abbildung 5.3:



In der Abb. 5.3 sind die Erträge und Alphasäuregehalte in % für die Sorte Hallertauer Magnum zusammengestellt. Die durchschnittlichen Nmin-Gehalte und die durchschnittliche N-Düngung ist auch in diese Abbildung integriert.

Das Ertragsergebnis, wieder gemittelt über 6 Jahre, zeigt die Ertragsspitze beim N-Sollwert 270. Der Ertragsvergleich zwischen Flächen- und Banddüngung ist hier noch ausgeglichener als bei der Sorte Spalter Select. Bei der Betrachtung der erzeugten kg Alphasäuren je Hektar (Abb. 5.4) überwiegt sogar die Variante Banddüngung leicht und zeigt auf, dass keine statistisch absicherbaren Ertragsminderungen bzw. -mehrunen über alle N-Düngestufen darstellbar sind.

**Abbildung 5.4:**



Die Alphasäuregehalte in % bei beiden untersuchten Sorten bestätigen die Ergebnisse aller Nmin-Versuche über viele Sorten und mehr als zwei Jahrzehnte; mit der Höhe der N-Düngung sind die Alphasäuren in % nicht beeinflussbar!

Die in Abb. 5.1 und Abb. 5.3 aufgezeigten Alphasäuregehalte liegen im Bereich der analytischen Streuung und sind als gleich zu bewerten.

### 5.1.3 Versuch mit Grüngutkompost - Bodenverbesserung -

Im Jahresbericht 2002 wurden die Auswirkungen der Ausbringung von Grüngutkompost auf die Nährstoffversorgung des Bodens und die Ertragsentwicklung aufgezeigt.

Nach Beendigung des langjährigen Versuches (1993-2002) mit der Ernte 2002 wurden im zeitigen Frühjahr 2003 Bodenproben aus den Parzellen zur Bestimmung von wichtigen chemischen und physikalischen Bodenwerten untersucht.

#### Versuchs- und Standortdaten:

- Grüngutkompostaufbringung von jährlich 20 m<sup>3</sup>/ha (≈P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Entzug der Gesamtpflanze)
- 3 Stufen : 1 = N-Soll 270 ohne Kompost  
2 = N-Soll 270 mit Kompost  
3 = N-Soll 180 mit Kompost
- Bodenart Sand

#### Untersuchungsumfang:

- Humusgehalt (Corg)
- Gesamtstickstoff (Nt)
- Aggregatstabilität (AS)
- Verhältnis C : N (C/N)

In der Tabelle 5.5 sind die Untersuchungsergebnisse zusammengestellt.

**Tabelle 5.5: Chemische und physikalische Bodenkennwerte einschließlich der Mittelwerte (MW) der Stufen**

Stufe	Wiederholung	Corg mg C/g	Corg-MW mg C/g	Nt mg N/g	Nt-MW mg N/g	AS %	AS-MW %	C/N	C/N-MW
1	1	11,2	12,9	1,09	1,23	0,20	0,43	10,3	10,5
	2	13,6	-	1,28	-	0,54	-	10,7	-
	3	12,2	-	1,15	-	0,51	-	10,6	-
	4	14,7	-	1,40	-	0,49	-	10,5	-
2	1	16,7	14,9	1,60	1,37	0,50	0,46	10,5	10,8
	2	14,8	-	1,34	-	0,54	-	11,1	-
	3	12,3	-	1,16	-	0,26	-	10,6	-
	4	15,6	-	1,41	-	0,52	-	11,0	-
3	1	18,8	16,4	1,75	1,52	0,58	0,47	10,8	10,8
	2	16,5	-	1,53	-	0,46	-	10,8	-
	3	15,4	-	1,40	-	0,51	-	11,0	-
	4	14,9	-	1,42	-	0,34	-	10,5	-

Der organische Kohlenstoff (Corg) ist ein geeigneter Maßstab den Humusgehalt zu analysieren.

Das C/N-Ergebnis z.B. 10,5 ist als Verhältnis C : N zu werten, d.h. 10,5 : 1. Dies ist ein Maßstab für die Humusqualität. Bei beiden Werten ist ein Anstieg in den Parzellen mit Grüngutkomposteinbringung zu verzeichnen. Die Größenordnungen sind typisch für die Bodenart Sand.

Wie in vergleichbaren Ackerbauversuchen führt der Eintrag von organischer Substanz über Grüngutkompost kurz- und mittelfristig nicht zu einer hohen N-Mineralisation. Der Gehalt an Gesamtstickstoff (Nt) steigt also stärker an als der Anteil des pflanzenverfügbaren Stickstoffs. Dessen Größe wurde in jedem Frühjahr über die Nmin-Bodenuntersuchung erfasst.

Die Aggregatstabilität (AS) stellt ein Maß für die Widerstandsfähigkeit der Bodenkrümel dar.

## 5.2 Maiszünsler im Hopfen

Nach dem Schadensereignis im Hopfen 2002 im Jura wurde die Entwicklung der Maiszünslerpopulation im Jahr 2003 in verschiedenen Hopfenbeständen beobachtet. Die Maiszünslererhebung in Bayern zeigt, dass die gesamte Hallertau als Befallsgebiet kartiert ist.

### 5.2.1 Überwinterung in Rebenstrünken

Die Bonituren am 16.04.2003 zeigten vitale Zünslerlarven in abgeschnittenen, nicht verbrannten Rebenstrünken. Die Kontrolle nach dem mechanischen Rückschnitt der Hopfenstöcke ergab keinen Befall der Schnitffechser bzw. kein Eindringen von Zünslerlarven in den Hopfenstock.

### 5.2.2 Pheromonfallen

In Zusammenarbeit mit dem Landwirtschaftsamt Ingolstadt wurden in drei Winterweizenbeständen mit der Vorfrucht Körnermais (starker Befall 2002) Pheromonfallen aufgehängt. Auf die räumliche Nähe zu Hopfenbeständen wurde geachtet. Zur Verwendung kamen Köder der Anbieter Andermatt Biocontrol AG, Schweiz und Biotrap, Temmen GmbH.

**Tabelle 5.6: Kontrollergebnisse**

Standort Rasse / Firma	04.06.	10.06.	12.06.	16.06.	18.06.	23.06.	30.06.	Summe		
	Zuflug	Z	E	E+Z						
<b>Ried</b>										
Z - Biocontrol	1	4	0	1	0	3	0	9	0	0
- Biotrap	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E - Biocontrol	0	0	0	1	1	1	0	0	3	0
- Biotrap	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
E+Z - Biocontrol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Biotrap	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Laimerstadt</b>										
Z - Biocontrol	1	2	1	2	1	0	0	7	0	0
- Biotrap	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E - Biocontrol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Biotrap	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E+Z - Biocontrol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Biotrap	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tettenwang</b>										
Z - Biocontrol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Biotrap	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
E - Biocontrol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Biotrap	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E+Z - Biocontrol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Biotrap	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	<b>0</b>

Auf jedem Schlag wurden sechs Fallen aufgehängt, je zwei Stück für die Z-Rasse, E-Rasse und Hybride (E + Z).

Aufstellen der Fallen am 13.05.2003:

Je zwei Fallen der gleichen Rasse (Biocontrol und Biotrap) wurden in Hauptwindrichtung, im Abstand von ca. 50 m angeordnet. Der Abstand von Z zu E bzw. E + Z betrug je ca. 100 m.

Die Fallen wurden ca. 50 cm über dem Boden angebracht und während des Boniturzeitraumes nicht mehr verändert.

Die Zusammenfassung der Pheromonfallenfänge zeigt, dass:

- die Fangergebnisse gering waren
- die Dispenser der Fa. Biocontrol höhere Ergebnisse brachten
- 17 männliche Falter der Z-Rasse zuzuordnen sind
- 4 männliche Falter der E-Rasse zuzuordnen sind

### **5.2.3 Warndiensthinweis**

Als Flughöhepunkt, auch nach dem Temperatursummenmodell, wurde vom LwA Ingolstadt der 21. Juni festgelegt.

Am Montag, den 23. Juni wurden die Hopfenpflanzler von der LfL hiervon per Ringfax in Kenntnis gesetzt und eine Empfehlung zum Einsatz von Baythroid 50 zur Blattlausbekämpfung mit einer Nebenwirkung auf die Zünslerlarven gegeben.

### **5.2.4 Bonitur auf Eiablage am 30.06. und 01.07.2003**

Im Jura wurde in 3 Hopfengärten, in deren Nachbarschaft 2002 befallene Maisflächen standen, in den Hopfensorten Hersbrucker Spät, Perle und Spalter Select Bonituren auf Eigelege des Maiszünslers mittels Hopfenkanzel durchgeführt. In der Sorte Perle wurde ein Eigelege in ca. 5 m Höhe, in der Sorte Hersbrucker 5 Eigelege in 5-6 m Höhe gefunden.

Die noch geschlossenen Eier waren schwärzlich, an der Oberfläche leicht wellig und enthielten wohl keine lebensfähigen Larven mehr. Die überwiegende Anzahl waren Eihäute nach dem Schlüpfvorgang. Einbohrlöcher in der Rebenbasis bzw. lebende Larven wurden nicht entdeckt.

### **5.2.5 Witterungsverlauf im Juni**

Die Daten der Wetterstation Hüll (Baumannshof) zeigen im Juni bereits extrem hohe Temperaturen und geringe Luftfeuchtigkeit, die auf die Entwicklung der Zünslerlarven sicher keinen positiven Einfluss hatten.

- Durchschnittstemperaturen in 2 m Höhe 11-16 °C
- Temperaturmaximum in 2 m Höhe 38 °C an 6 Tagen
- Luftfeuchte Ø 59-86 % (Baumannshof 54-83 %)
- Luftfeuchte Minimum 24 % (Baumannshof 20 %)

### **5.2.6 Bonituren auf Zünslerlarven vom 28.07. – 14.08.2003**

In vier Betrieben (Ilmendorf, Niederlauterbach, Oberlauterbach, Nietenhausen) und 5 Beständen ohne Insektizideinsatz nach dem Warndiensthinweis wurden bei den Sorten Perle, Hallertauer Tradition, Hallertauer Taurus, Hallertauer Magnum Bestandskontrollen durchgeführt. Die Maisflächen in unmittelbarer Nachbarschaft zeigten 7-12 % Zünslerbefall in Form von Fahnenknicken.

Die Hopfenbestände zeigten alle einen geringen Befall in 3-6 m Wuchshöhe. Bei durchschnittlich 160 Aufleitungen waren 2-3 befallene Aufleitungen zu bonitieren. Die Vitalität

und Entwicklung der Larven war unterdurchschnittlich, was wohl auf den heißen Sommer 2003 zurückzuführen ist. Je befallene Aufleitung waren 1-3 Larven auffindbar.

### **5.2.7 Bonitur nach der Ernte am Reststrunk, 17.09.2003**

Von 6 Standorten konnte nur an einem Standort in einem sehr langen Reststrunk (1,3 m) hinter einer Säule 1 Larve gefunden werden.

### **5.2.8 Zusammenfassung**

Im Verhältnis zu den beobachteten Faltern in den Winterweizenbeständen war die Anzahl der Falterfänge in den Pheromonfallen gering. Sowohl die Z-Rasse wie auch die E-Rasse wurden nachgewiesen.

Die Festlegung des Flughöhepunkts und der Warndiensthinweis zur Bekämpfung war richtig terminiert.

Der Erfolg der Baythroidspritzungen war sehr zufriedenstellend.

Ein negativer Einfluss der hohen Temperaturen und der geringen Luftfeuchten auf die Schlupfrate und die Larvenentwicklung wird vermutet, kann aber nicht quantifiziert werden.

Die gesamte Hallertau liegt im kartierten Maiszünsler-Befallsgebiet.

Die Fraßtätigkeit von oben nach unten verlief gegenüber dem Jahr 2002 verzögert. Zum Erntezeitpunkt waren die Larven immer noch über 3 m Wuchshöhe zu finden (2002 in 0,5 - 3 m Höhe).

Bis auf eine Ausnahme wurden heuer im Reststrunk keine Larven gefunden.

## **5.3 Versuche mit verschiedenen Erntezeiten bei Hallertauer Mfr. in Hüll (Busch-Farm)**

Der optimale Erntezeitpunkt ist wichtig für einen hohen Ertrag und eine gute Qualität. Während der Bitterstoffgehalt schon bald seinen Höhepunkt erreicht, wird bei zu früher Ernte vor allem Ertrag verschenkt. Außerdem kann der Hopfen durch vorzeitiges Abschneiden im darauffolgenden Jahr mit schwächerem Wachstum und geringerem Ertrag reagieren. Bei zu später Ernte leidet vor allem die äußere Qualität und das Aroma. Bei der Sorte Hallertauer Mittelfrüher wird aber v.a. auf diese Merkmale größten Wert gelegt. Die Tendenz geht daher in der Praxis zu früheren Erntezeitpunkten bei dieser Sorte.

Die Versuche zur Ermittlung des optimalen Erntezeitpunktes bei der Sorte Hallertauer Mittelfrüher werden seit 2002 durchgeführt. Im Abstand von 3-4 Tagen werden zu 7 Zeitpunkten in vierfacher Wiederholung je 20 Aufleitungen geerntet und ausgewertet.

**Tabelle 5.7: Durchgeführte Untersuchungen und Methoden**

Ertrag	Wiegung des Grüngewichtes der Parzelle, Umrechnung mit Hilfe einer getrockneten Probe auf Trockengewicht in kg/ha bei 11 % Wassergehalt
Alphasäuregehalt	Messung des Alphasäuregehaltes mit HPLC, Umrechnung auf % $\alpha$ -Säuren bei 11 % Wassergehalt des Hopfens
Aroma	Bonitierung nach der Standardmethode der Wissenschaftlichen Kommission des Internationalen Hopfenbaubüros (IHB) von Fachkräften des Arbeitsbereiches Hopfen der LfL
Pflücke	
Zapfenwuchs	
Farbe und Glanz	
Mängel	
Befall mit Schaderregern	

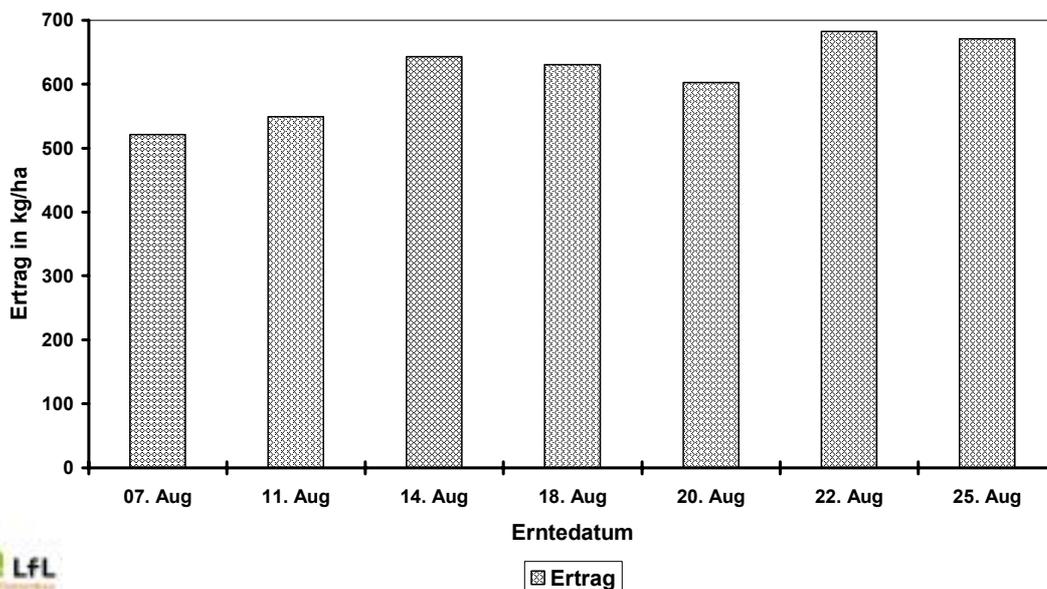
Die Ergebnisse des Versuchsjahres 2003 bei der Sorte Hallertauer Mfr. sind in den nachfolgenden Graphiken (Abb. 5.5 bis 5.7) dargestellt.

**Abbildung 5.5:**

### Erntezeitversuch Hallertauer Mfr. 2003

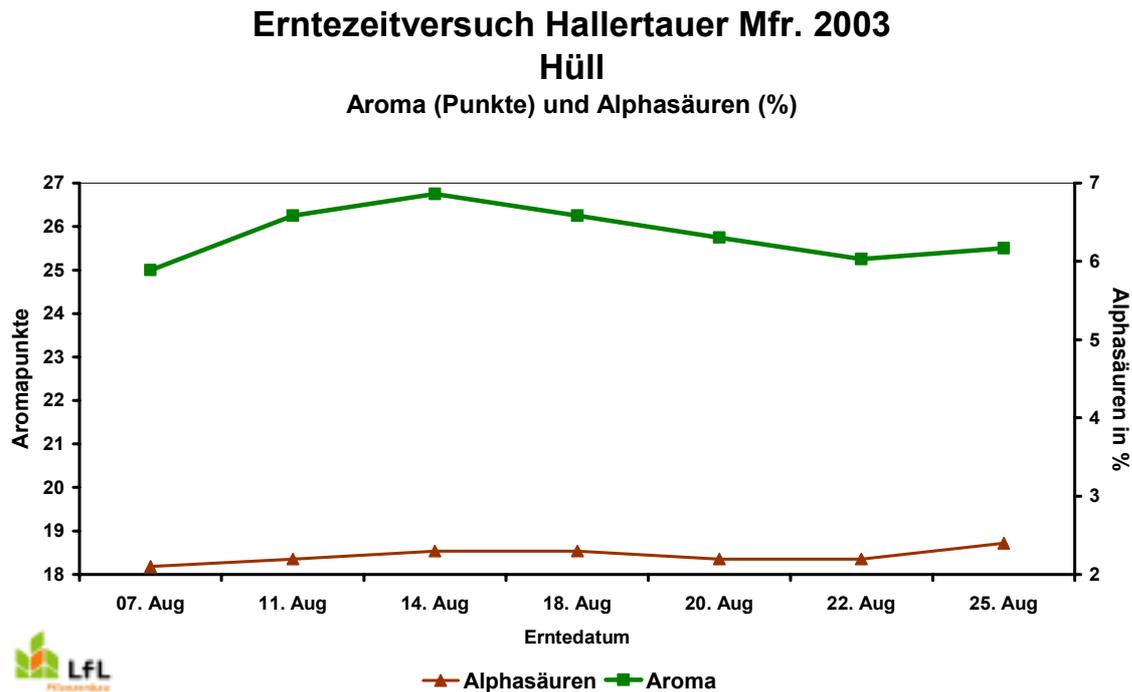
#### Hüll

Ertrag (kg/ha)



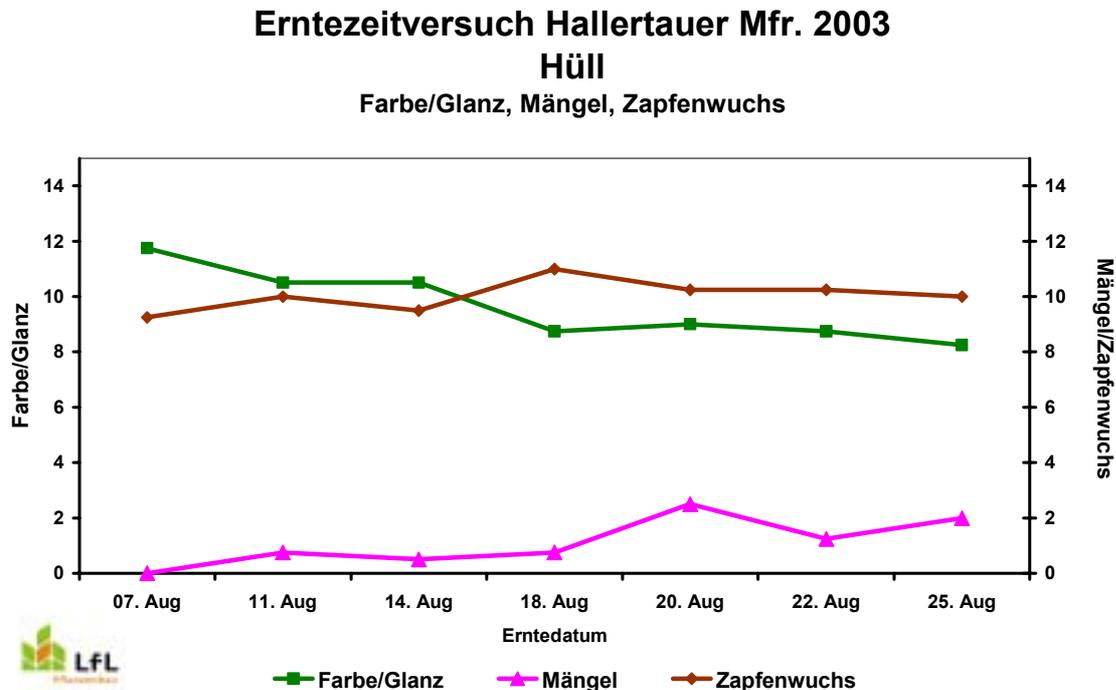
Die vorzeitige Blüte und die extreme Trockenheit hat die Reife des Hallertauer Mittelfrüher beschleunigt und zu frühen Erntezeitpunkten geführt. Eine Zunahme des Ertrages bis zum 14. August ist erkennbar.

Abbildung 5.6:



Ab dem 14. August ist keine Zunahme im  $\alpha$ -Säuregehalt zu verzeichnen. Das Aroma nimmt ab diesem Zeitpunkt ab.

Abbildung 5.7:



Mit zunehmendem Erntedatum nehmen Farbe und Glanz des Hopfens ab und die Mängel zu. Ein größerer Sprung ist bei Farbe und Glanz nach dem 14. August zu beobachten.

## 5.4 Dokumentation und Schwachstellenanalyse mit der Bayerischen Hopfenschlagkartei (HSK)

Seit 1991 gibt es die Hopfenschlagkartei (HSK) in Kartonform, in der die Hopfenpflanzer alle produktionstechnischen Maßnahmen dokumentieren können. Das Bayerische Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten hat nach den Vorgaben der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik (IPZ 5a) in Zusammenarbeit mit den Landwirtschaftsämtern das PC-Programm HSK zur Erfassung und Auswertung der Hopfenschlagkarteien erstellt. Kartonform und PC-Programm HSK wurden über die Jahre weiterentwickelt. Neben allgemeinen Betriebs- und Schlagdaten können Pflanzenschutz- und Düngungsmaßnahmen, Erntedaten und Qualitätsbefund, alle variablen Kosten sowie die Arbeitswirtschaft erfasst und ausgewertet werden. Die Hopfenschlagkartei ist bereits für viele Betriebe ein fester Bestandteil zur Analyse ihrer Produktion.

Abbildung 5.8:



### Übersichtlicher und anwenderfreundlicher Programmaufbau

Das PC-Programm HSK wurde ursprünglich zur Erfassung und Auswertung der abgegebenen Hopfenschlagkarteien in Kartonform an den Landwirtschaftsämtern (LwÄ) und in der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik (IPZ 5a) erstellt. Durch den übersichtlichen und anwenderfreundlichen Programmaufbau kam seitens der Hopfenpflanzer vermehrt der Wunsch, das HSK-Programm erwerben zu können. Deshalb wird dieses über den Landtechnischen Verein in Bayern e.V. vertrieben.

### Auswertungsmöglichkeiten bestimmen Wert eines Schlagkarteiprogramms

Betriebe, welche an der überbetrieblichen Auswertung teilnehmen wollen, geben ihre Schlagkarteien auf Diskette oder in Kartonform ab. Die Eingabe in das Erfassungs- und Auswertungsprogramm HSK erfolgt durch Aushilfskräfte oder Kollegen der LwÄ.

Das HSK-Programm bietet eine schlagbezogene einzelbetriebliche Auswertung, eine Gesamtauswertung für den überbetrieblichen Vergleich und eine allgemeine Auswertung, mit welcher Schichtungen in Bezug produktionsabhängiger Faktoren durchgeführt werden können. Die sortenspezifische bzw. regionale Auswertung dieser Daten bildet eine wichtige Grundlage für die Beratung.

Abbildung 5.9:

The image displays three screenshots of the HSK program interface, arranged in a 2x2 grid with the bottom-right cell empty.

- Top-left window: EINZELAUSWERTUNGEN**
  - Buttons:  Alle Karten für Betriebsnummer: [ ]
  - Betriebsnummer: [ ] / Sorte: [ ]
  - Einzel Schlag: BNR: [ ] / Schlagnummer: [ ] / [ ]
  - Alle Einzel schläge für BNR: [ ]
  - Horizontale Vergleich für BNR: [ ]
  - Separator: BNR [ ] Schlagnummer: [ ] / [ ]
  - Pflanzenschutzmittelteile
  - Pflanzenschutzmittelbogen
  - Erntejahr: 2002
  - Buttons:
- Top-right window: ALLGEMEINE AUSWERTUNGEN**
  - Sorte: [ ] Erntejahr: 2003
  - Wassergehalt/Doldenblätter
  - Ertrag/Alphagehalt
  - Erntezeitpunkt/Ertrag/Alphagehalt
  - NMin/N-Düngung/Ertrag
  - N-Düngung/Ertrag/Alpha
  - Pflanzjahr/Ertrag
  - Erntezeitpunkt/Doldenblattanteil
  - Separator: Peronosporaspritzungen/Tag
  - Mehlausspritzungen/Tag
  - Zahl Spritzungen/Tag für Mittel: [ ]
  - Separator: Mehlaufbefall (Boskarnote)
  - Gesamtaufbefall (Boskarnote)
  - Button:
  - Buttons:
- Bottom-left window: GESAMTAUSWERTUNGEN**
  - Sorte: [ ] Arbeitskreis 1: [ ] Arbeitskreis 2: [ ]
  - Sorte
  - Sorte in Arbeitskreis 1
  - Sorte in Arbeitskreisen 1 und 2
  - Arbeitskreis 1
  - Arbeitskreise 1 und 2
  - Alle Karten
  - Erntejahr: 2003
  - Buttons:

**Es werden jährlich über 1000 Schlagkarteien ausgewertet**

Die Gesamtauswertung mit speziellen Schichtungen und Beratungshinweisen erfolgt durch die Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik und wird den teilnehmenden Hopfenbauern in mehreren regionalen Auswertungsversammlungen vorgestellt. Dabei bekommt der Landwirt seine schlagbezogene einzelbetriebliche Auswertung und die graphisch aufbereitete Gesamtauswertung zur Verfügung gestellt.

### Nur wer seine Kosten kennt, kann betriebswirtschaftlich planen

Betriebswirtschaftlich unterscheidet man Festkosten und variable Kosten. Abschreibungen, Unterhalt der Gebäude, Versicherungen usw. sind feste Kosten, die unabhängig von der Produktion anfallen.

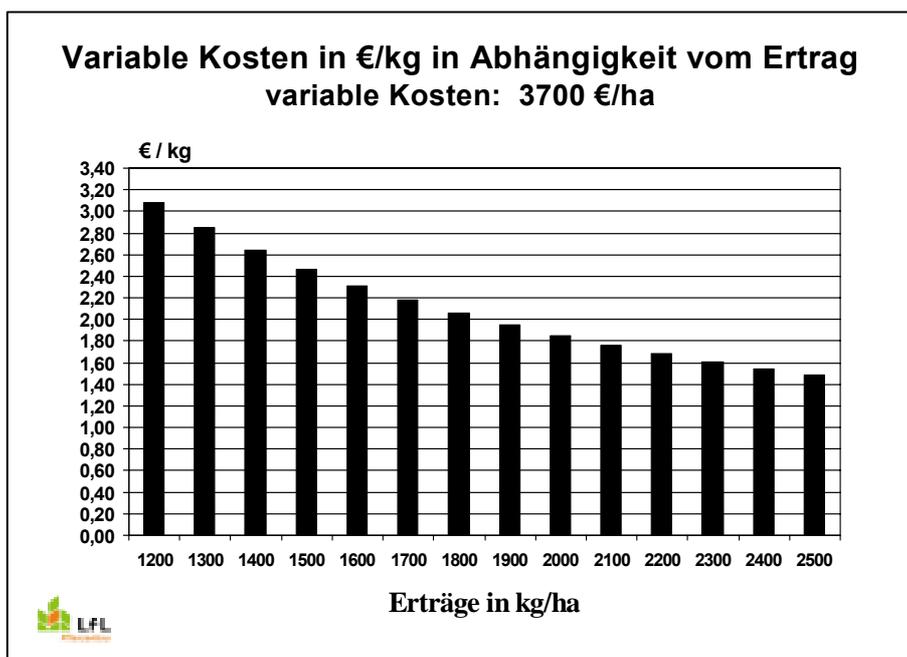
Variable Kosten sind alle Kosten, welche beim Anbau von Hopfen entstehen. Man bezeichnet diese auch als produktionsabhängige Kosten.

Ein Überblick über die Produktionskosten und den Arbeitsaufwand ist nur über exakte Aufzeichnungen und einer detaillierten Auswertung möglich. Mit der HSK-Schlagkartei können die gesamten variablen Kosten eines Schlages erfasst und Schwachstellen analysiert werden.

### Variable Kosten in €/kg sind ertragsabhängig

Vergleicht man die gesamten variablen Kosten in €/ha von verschiedenen Sorten und Schlägen, stellt man zunächst nur geringe Unterschiede fest. Berechnet man die variablen Kosten in Abhängigkeit vom Ertrag in €/kg (Kosten/Ertrag), ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen den Hopfensorten und sogar den einzelnen Schlägen mit gleicher Sorte.

Abbildung 5.10:



### Vorteile der Schlagkarteiführung und -auswertung

- Dokumentation der Schlagdaten und produktionstechnischen Maßnahmen
- Erfassung sämtlicher variabler Kosten
- Schlagvergleich im Betrieb
- Vergleich mit anderen Hopfenbaubetrieben
- Schwachstellensuche durch einzel- und überbetriebliche Auswertung
- Diskussion der Ergebnisse in Auswertungsversammlungen
- Bestätigung von Versuchsergebnissen und Beratungsaussagen

Abbildung 5.11:

**HSK-Hopfenschlagkartei**  
**Einzel-Auswertung**  
 Erntejahr 2003

<b>Betriebsnummer:</b>	1781160111	<b>Name:</b>	Hopfenbauer
<b>Schlagname:</b>	Hofgarten:	<b>Schlagnummer</b>	10/1
<b>Sorte:</b>	H.Taurus	<b>Schlaggröße (ha):</b>	1,5
<b>Ertrag (kg/ha):</b>	<b>1850</b>		

**Qualitätsbefund (in %)**

<b>Wassergehalt:</b>	9,2	<b>Hopfenabfall:</b>	0,2		
<b>Blatt-/Stängelanteil</b>	0,2	<b>Doldenblätter</b>	12	<b>Alphagehalt:</b>	14,5

<u>Pflanzenschutz</u>	Zahl der Spritzungen	l,kg/ha pro Spritzung	Kosten in €/ha
<b>Peronospora</b>	<b>5</b>		<b>332</b>
Ridomil granulat	1	8,00	138
Forum	1	2,25	45
Ortiva	1	1,50	86
Funguran	2	7,60	63
<b>Mehltau</b>	<b>6</b>		<b>290</b>
Bayfidan	3	1,20	160
Sythane 20 EW	2	1,00	130
<b>Blattläuse</b>	<b>2</b>		<b>171</b>
Confidor WG 70	1	0,166	90
Plenum 25 WP	1	1,50	81
<b>Spinnmilbe</b>	<b>2</b>		<b>463</b>
Kiron	1	5,0	251
Mitac	1	10,5	212
<b>Hopfenputzen</b>	<b>1</b>		<b>29</b>
Reglone	1	1,8	29
<b>Pflanzenschutzaufwand insgesamt</b>			<b>1285</b>

Bodenuntersuchung (mg/100g)

<b>pH-Wert</b>	5,6	<b>Nmin kg/ha:</b>	45		
<b>P<sub>205</sub></b>	18	<b>K<sub>20</sub></b>	22	<b>MgO:</b>	9

**Düngung**

	Nährstoffe in kg/ha				
	N	P <sub>205</sub>	k <sub>20</sub>	MgO	CaO
<b>Düngeempfehlung</b>	170	25	80	80	15
<b>Düngung organisch</b>	0	0	0	0	0
<b>Düngung mineralisch</b>	185	22	105	15	9
<b>Düngung insgesamt</b>	175	22	105	15	0
<b>Düngung +/-</b>	5	-3	25	-65	-15
<b>Düngekosten gesamt €/ha</b>	<b>155</b>		<b>davon Kalkung</b>	0	
			<b>Spurenährstoffe</b>	0	

**HSK-Hopfenschlagkartei**  
**Einzel-Auswertung**  
 Erntejahr 2003

<b>Betriebsnummer:</b>	1781160111	<b>Name:</b>	Hopfenbauer
<b>Schlagname:</b>	Hofgarten:	<b>Schlagnummer</b>	10/1
<b>Sorte:</b>	H.Taurus	<b>Schlaggröße (ha):</b>	1,5

**Arbeitszeitbedarf und variable Maschinenkosten**

		AKH	Schlepper-Std.	var. Kost. €/ha
<b>Hopfenpflege</b>	<b>Summe</b>	<b>70,3</b>	<b>7,7</b>	<b>27,00</b>
Wegackern		2,2	2,2	7,5
Aufdecken/Schneiden		2,0	2,0	12,00
Kreiseln		3,5	3,5	7,50
Ausputzen/Anleiten		47,5	0,0	0,0
Sauber machen		10,8	0,0	0,0
Nachleiten		4,5	0,0	0,0
<b>Drahtarbeiten</b>	<b>Summe</b>	<b>23,8</b>	<b>3,2</b>	<b>2,30</b>
Drahtaufhängen		12,5	3,2	2,30
Drahteinstecken		11,0	0,0	0,0
Draht-Nacharbeiten		0,3	0,0	0,0
<b>Bodenbearbeitung</b>	<b>Summe</b>	<b>8,22</b>	<b>8,2</b>	<b>33,5</b>
Ackern		2,3	2,3	11,50
Bodenbearbeitung		5,1	5,1	20,50
Gründüngung einsäen		0,8	0,8	1,50
<b>Düngung</b>	<b>Summe</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>4,30</b>
<b>Pflanzenschutz</b>	<b>Summe</b>	<b>9,6</b>	<b>9,6</b>	<b>60,80</b>
<b>Bestandskontrolle</b>	<b>Summe</b>	<b>1,5</b>	<b>0,5</b>	<b>1,50</b>
<b>Ernte</b>	<b>Summe</b>	<b>48,0</b>	<b>7,0</b>	<b>170,0</b>
Erntevorbereitung		2,0	0,0	0,0
Ernte und Abwaage		46,0	7,0	70,0
<b>Sonstige Arbeiten</b>	<b>Summe</b>	<b>3,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Windwurfstöcke aufhängen		1,0	0,0	0,0
Gerüstreparatur		2,0	0,0	0,0
<b>Insgesamt</b>		<b>175,4</b>	<b>38,5</b>	<b>299,40</b>
<b>Variable Schlepperkosten: 38,5 Sh x 8 €/Sh =</b>				<b>308,00</b>
<b>Summe variable Maschinenkosten</b>				<b>607,40</b>

**Variable Kosten**

	Euro/ha
<b>Gründüngungssaatgut</b>	<b>21</b>
<b>Düngemittel</b>	<b>155</b>
<b>Pflanzenschutzmittel</b>	<b>1285</b>
<b>Aufleitdraht</b>	<b>248</b>
<b>Variable Maschinenkosten</b>	<b>607</b>
<b>Heizöl</b>	<b>282</b>
<b>Strom</b>	<b>84</b>
<b>Fremd-AK (Lohn, Beantragung, Verpflegung, Versicherung)</b>	<b>615</b>
<b>Versicherungen (Hagel, Sturm, Feuer)</b>	<b>245</b>
<b>Gerüstreparatur (Material)</b>	<b>80</b>
<b>Beiträge (Pflanzerverband, Hopfenring, Maschinenring)</b>	<b>39</b>
<b>Spezielle Steuern</b>	<b>25</b>
<b>Bodenuntersuchung</b>	<b>9</b>
<b>Summe</b>	<b>3695</b>

## **5.5 Beratungs- und Schulungstätigkeit**

Neben der angewandten Forschung im Bereich des Hopfenbaues hat die Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik (IPZ 5a) die Aufgabe, die Versuchsergebnisse für die Praxis aufzubereiten und der Beratung an den Landwirtschaftsämtern (LwÄ) sowie den Hopfenbauern direkt durch Spezialberatungen, Schulungen, Vorträgen 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 für Hopfen.

Im Folgenden sind die Schulungs- und Beratungsaktivitäten zusammengestellt.

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

- Das „Grüne Heft“ Hopfen 2003 – Anbau, Düngung, Pflanzenschutz, Sorten – 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 3200 Stück von der LfL an die LwÄ und von den Erzeugerringen an die Hopfenpflanzer verteilt.
- Über das Ringfax des Hopfenringes (2003: 48 Faxe à 914 Teilnehmer) wurden in 32 Faxen aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstaufrufe an die Hopfenpflanzer verschickt.
- Für das Wetterfax wurden ebenfalls in wöchentlichen Abständen aktuelle Informationen zur Verfügung gestellt.
- Für die Stickstoffdüngempfehlung (DSN-Hopfen) wurden die Programmdatei gepflegt, die Bodenuntersuchungsergebnisse kontrolliert und 3809 DSN-Düngerempfehlungen versandt.
- In den ER-Rundschreiben des Hopfenringes und in 9 Ausgaben der Hopfen Rundschau wurden Beratungshinweise und Fachbeiträge für die Hopfenpflanzer veröffentlicht.

### **5.5.2 Internet und Intranet**

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

### **5.5.3 Telefonberatung und Ansagedienste**

- Der Peronospora-Warndienst wurde in der Zeit vom 08.05.–19.08.2003 von der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik in Wolnzach in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Pflanzenschutz in Hüll erstellt und zur Abfrage über den Anrufbeantworter täglich aktualisiert (Tel. 08442/4041).
- 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 4.021 Fällen telefonische Auskunft oder führten Beratungen in Einzelgesprächen oder vor Ort durch.

#### 5.5.4 Führungen, Schulungen und Versammlungen

- Zwei Arbeitsbesprechungen und eine Versuchsbesichtigung für die Berater der LwÄ
- 4 Schulungen für die Ringbetreuer des Hopfenringes
- 9 Hopfenbauversammlungen in Zusammenarbeit mit den LwÄ (850 Teilnehmer)
- 30 Fachvorträge auf Versammlungen anderer Veranstalter
- 20 Versuchsführungen für die Hopfenpflanzer und der Hopfenwirtschaft
- Mitwirkung an der Schulung von 35 Hopfenpflanzern im Rahmen des Bildungsprogrammes Landwirt an der Landwirtschaftsschule in Pfaffenhofen
- EDV-Schulung Hopfenschlagkartei mit 45 Teilnehmern.

**Tabelle 5.8: Übersicht über die Beratungs- und Schulungstätigkeit 2003**

	<b>Anzahl</b>	<b>Anrufe/Teilnehmer</b>
Beratungen	4.021	-
Ringfax	48 insg./32 LfL	914
Peronosporawarndienst - Anrufbeantworter	69	11.943
DSN (Nmin)	3.809	-
Hopfenbauversammlungen/Vorträge	48	2.495
Führungen und Schulungstage	20	1.069

## 6 Pflanzenschutz im Hopfen 2003

Bernhard Engelhard, Dipl.Ing.agr.

### 6.1 Durchführung von Versuchen zur Ermittlung von Rückstandshöchst- mengen nach GLP- (Gute-Labor-Praxis) Richtlinien

Voraussetzung zur Ermittlung von Rückstandshöchstmengen von Pflanzenschutzmittel-  
wirkstoffen im Rahmen der Zulassung nach § 15 Pflanzenschutzgesetz ist die Durchführung  
der Freilandversuche nach GLP-Richtlinien.

Die Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (LPB) hatte die Zertifizierung  
entsprechend der Richtlinien.

Aufgabenänderungen der registrierten Personen und Personalbau machten es notwendig,  
diese Anerkennung (Zertifizierung) zurückzugeben, da die sachgerechte Durchführung  
entsprechend der Auflagen nicht mehr gewährleistet war.

Im Aufgabenbereich Hopfen wurden in der Zeit von 1994 bis 2002 insgesamt 33 Prüfungen  
gegen Gebühr abgewickelt. Ab der Saison 2004 können vom Arbeitsbereich Hopfen keine  
Rückstandsversuche nach GLP-Richtlinien mehr durchgeführt werden. Die Aufträge müssen  
jetzt an Privatfirmen vergeben werden.

Versuche zur Ermittlung von Rückstandshöchstmengen im Rahmen der Lückenindikation  
nach § 18 Pflanzenschutzgesetz, können noch durchgeführt werden, da in diesen Fällen die  
Durchführung nach GEP-(Gute Experimentelle Praxis) Richtlinien für den Freilandteil  
anerkannt werden.

### 6.2. Schädlinge und Krankheiten des Hopfens

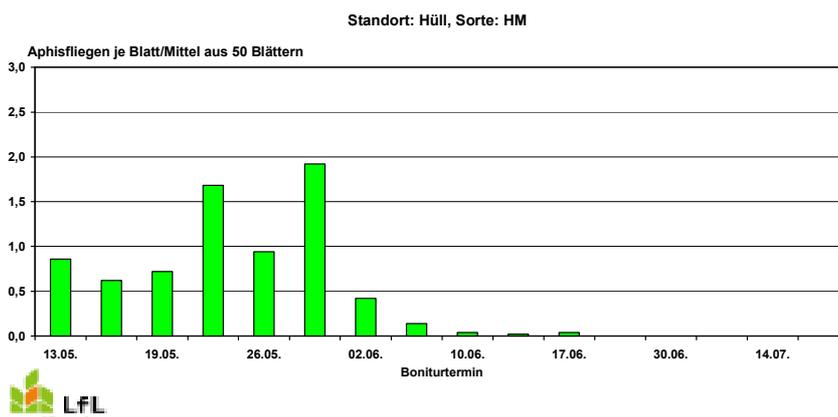
#### 6.2.1 Liebstöckelrüssler (*Othiorhynchus ligustici* L.)

Auch im Vegetationsjahr 2003 war das Auftreten und damit der Schaden dieses Schädlings  
relativ gering. Der sehr uneinheitliche Befall in den Hopfengärten erschwert die gezielte  
Bekämpfung und auch die Suche nach guten Versuchsfeldern.

Wie unter Forschungsschwerpunkte „Lückenindikation“ beschrieben, werden mit Nachdruck  
verschiedenste Insektizide geprüft. Eine vergleichbare Wirkung wie bei den  
Phosphorsäureestern und Carbamaten konnte allerdings noch bei keinem Produkt  
festgestellt werden.

#### 6.2.2 Hopfenblattlaus

Abbildung 6.1:Aphisfliegenzuflug 2003



Ein sehr früher Beginn des Zufluges von Aphisfliegen auf äußerst niedrigem Niveau und ein frühes Ende des Zufluges waren die Kennzeichen dieses Sommers. Bedingt durch die hohen Temperaturen und der niedrigen Luftfeuchtigkeit war der Saftstrom in der Pflanze und die Ernährung der Blattläuse damit eingeschränkt. In vielen Beständen (auch Parzellenversuchen) wurde die Population auch ohne Bekämpfungsmaßnahmen immer weniger.

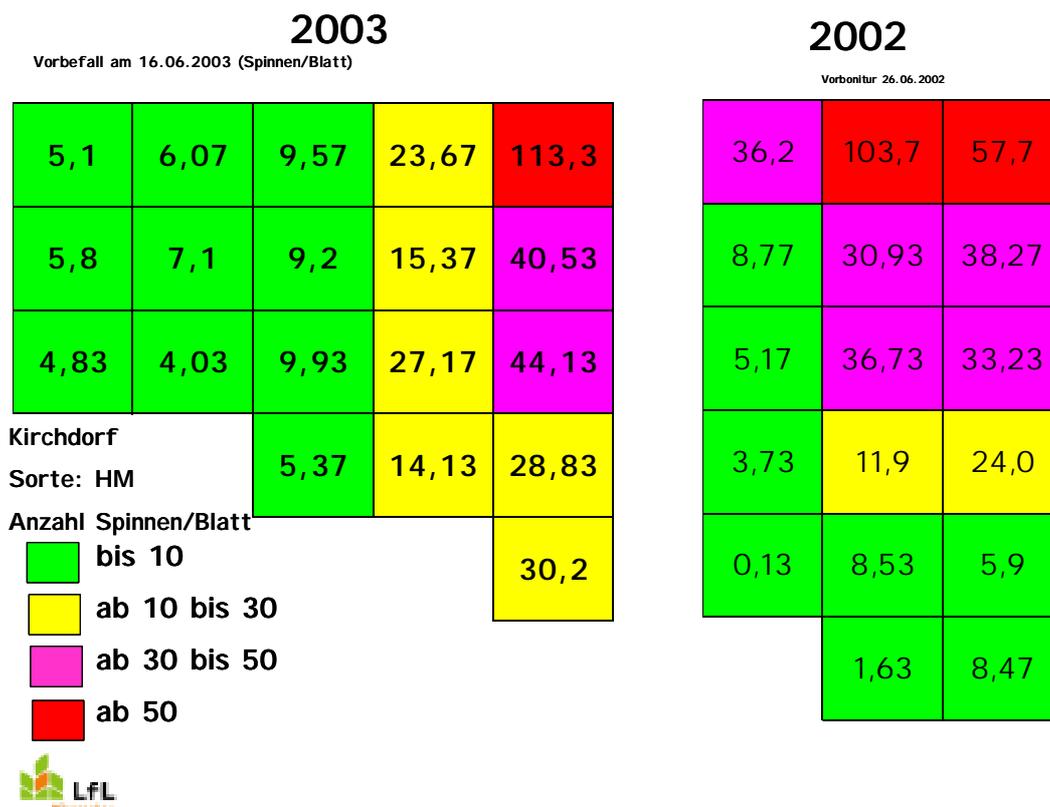
Die Beurteilung der Wirksamkeit der Insektizide in dieser Saison muss unter diesen Voraussetzungen erfolgen! Die Anforderungen an die Produkte waren in vielen Fällen relativ gering.

### 6.2.3 Gemeine Spinnmilbe (*Tetranychus urticae* KOCH)

Nur die exakte Kontrolle des Befalls in jedem einzelnen Hopfengarten ermöglicht eine gezielte und erfolgreiche Bekämpfung. Die Befallsverteilung am Beispiel des Standortes Kirchdorf ist keine Seltenheit. Rechtzeitige Teilflächenbehandlung verhindert den überdurchschnittlichen Befall in einzelnen Ecken des Hopfengartens und auch den überdurchschnittlichen Besatz auf einzelnen Blättern.

Die am Hopfenforschungszentrum Hüll entwickelte Bekämpfungsschwelle gibt die Sicherheit für den zeitgerechten Bekämpfungstermin.

**Abbildung 6.2: Beispiel für einen unterschiedlichen Spinnmilbenbefall in einem Hopfengarten**



### 6.2.4 Minderschädlinge

Erdflöhe der ersten und zweiten Generation waren vereinzelt in bekämpfungswürdigem Umfang vorhanden. Der Maiszünsler schädigte in wesentlich geringerem Umfang als im Vorjahr.

## 6.2.5 Peronospora [*Pseudoperonospora humuli* (MIY. et TAK.) WILSON]

### Die Peronosporaprognose im Hopfen- ein bewährtes Instrument zur Optimierung des Fungizideinsatzes

#### Zielsetzung

Vor der Entwicklung des Prognosemodells wurde gegen die Krankheit *Pseudoperonospora humuli* nach Kalender insgesamt 15 – 17 mal gespritzt. Mit der Kenntnis der biologischen Voraussetzung für eine mögliche Infektion konnte der Pflanzenschutzmittelaufwand deutlich reduziert werden. Neben den ökologischen Vorteilen kann mit der Einsparung einer Behandlung der ökonomische Aufwand um ca. 0,5 Mio € reduziert werden. Zusätzlich ist es notwendig, die genetisch vorhandene Toleranz der Zuchtsorten aus dem Hopfenforschungszentrum Hüll zu nutzen und eine getrennte Bekämpfungsschwelle für diese Sorten in die Praxis einzuführen.

#### Methode

Mit Hilfe von Sporenfallen werden die Zoosporangien in der Luft angesaugt und unter dem Mikroskop ausgezählt. Früher wurde in der Hallertau an sieben Stationen gezählt, z. Zt. werden diese biologischen Daten (vor allem aus Kapazitätsgründen) nur noch an vier Stationen ermittelt. Zusätzlich werden die Daten in zwei Witterungsmodelle eingegeben, die als zusätzliche Information für einen eventuell notwendigen Spritzaufruf dienen. Die Daten werden zusammengefasst, ausgewertet und täglich den Hopfenpflanzern über Anrufbeantworter, Ring-Fax und Internet zur Verfügung gestellt. Ein besonderer Service für die Hopfenpflanzler besteht darin, dass im Rahmen dieses Modells konkret die Information enthalten ist, an welchem Tag eine Spritzung notwendig ist und wann nicht. Zusätzlich erfolgt ein sortendifferenzierter Aufruf.

#### Ergebnisse

Seit 1998 erfolgt, nach Abschluss der notwendigen Parzellenversuche, eine getrennte Spritzempfehlung für tolerante Hüller Zuchtsorten, anfällige Sorten und zu Saisonende eine Empfehlung für spät reifende Sorten. Die Spritzaufrufe in den Jahren 1998 – 2003 (Tabelle 6.1) lassen folgende Schlussfolgerungen zu:

- Bei Befolgung der Spritzaufrufe konnte bei allen Sorten in allen Jahren peronosporafreier Hopfen erzeugt werden,
- die Differenzierung in tolerante Sorten und anfällige Sorten bringt eine weitere, deutliche Einsparung an Pflanzenschutzmittel; bereits dreiviertel der Hopfenfläche in Bayern ist mit Hüller Zuchtsorten bepflanzt.
- sehr anfällige Sorten wie Hallertauer Mittelfrüher und Northern Brewer benötigen je nach Infektionsdruck zusätzliche Behandlungen,
- gleiches gilt für spät abreifende Sorten, da sie länger dem Infektionsdruck ausgesetzt sind,
- der Zeitpunkt und die Häufigkeit der notwendigen Spritzungen schwankt von Jahr zu Jahr; regelmäßige Erhebungen sind jedes Jahr aufs Neue notwendig.

Das Prognosemodell in Kombination mit Resistenzzüchtung bringt einen nicht quantifizierbaren ökologischen Vorteil und Kosteneinsparungen von mehreren Millionen Euro. Der personelle Aufwand für die Prognose ist sehr gering im Vergleich zum jährlichen Nutzen und muss deshalb aufrecht erhalten werden.

-

**Tabelle: 6.1: Termine zur Peronosporabekämpfung nach dem Prognosemodell in Abhängigkeit von Jahrgang und Sorten**

Jahr	1998			1999			2000			2001			2002			2003			
	Sorten	tolerante	anfällige	späte	tolerante	anfällige	späte	tolerante	anfällige	späte	tolerante	anfällige	späte	tolerante	anfällige	späte	tolerante	anfällige	späte
Mai							15.05.	15.05.						22.05.					
Juni		02.06.																	
		22.06.		07.06.	07.06.			05.06.						11.06.	11.06.			02.06.	
	22.06.				15.06.						20.06.	20.06.						20.06.	
					29.06.									27.06.			27.06.	HA,NB	27.06.
					HA,NB									HA					
Juli		10.07.												05.07.	05.07.				
		24.07.		14.07.	14.07.						12.07.	02.07.		05.07.				08.07.	08.07.
	24.07.				23.07.		17.07.	17.07.				12.07.		15.07.	15.07.				
							25.07.	25.07.				23.07.		27.07.	27.07.				
												HA,NB							
												HE,NU							28.07..
Aug.		03.08.					04.08.	04.08.				06.08.		06.08.	06.08.				
				09.09.	09.08.									14.08.	14.08.				
						19.08.		16.08.	16.08.					HM,TU,MR					
																23.08.			
<b>Summe</b>	<b>2</b>	<b>5</b>		<b>3</b>	<b>6(+1)</b>	<b>+1</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>+1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>+1</b>	<b>4(+1)</b>	<b>7(HA8)</b>	<b>+1</b>	<b>2</b>	<b>4(+1)</b>		

HA= Hallertauer Mittelfrüh; NB = Northern Brewer; HE = Hersbrucker Spät; NU = Nugget; HM = Hallertauer Magnum; TU = Hall. Taurus; TA= Target; BG = Brewers -Gold

## 6.2.6 Echter Mehltau (*Sphaerotheca humuli* BURR.)

### 6 Befall mit Kleistothezien an Hopfendolden

Aus einem Peronospora-Versuch zur amtlichen Mittelprüfung 2002 am Barthof wurden am 22.10. ca. 15 Reben (Sorte Nugget), die gleichzeitig sehr stark mit Peronospora und Echtem Mehltau befallen waren, aus der unbehandelten Parzelle geholt und in Hüll am nordöstlichen Ende der Vegetationshalle im Freien auf einer Plane am Boden bis April 2003 gelagert.

Um den Befallsgrad mit Kleistothezien zu erfassen, wurden in den Monaten Januar und Februar 2003 von den Reben nach dem Zufallsprinzip 80 Dolden entnommen und unter einem Auflichtmikroskop (50fache Vergrößerung) die Zahl der Kleistothezien festgestellt.

Dazu wurden die Deck- und Vorblätter der Dolden einzeln entfernt und auf der Innen- und Außenseite auf Kleistothezien untersucht. Um die Verteilung auf der Dolde erstmals zu erfassen, wurden die Daten getrennt ausgewertet.

**Tabelle 6.2: Anzahl und Verteilung der Kleistothezien auf Hopfendolden, Sorte Nugget, Versuch am Barthof 2002 – gezählt an den einzelnen Doldenblättern**

	Doldenblätter	Kleistothezien Ø	Kleistothezien von - bis
Doldenspitze bis Mitte Dolde	Innenseite	85	0 – 890
	Außenseite	176	0 - 1090
Mitte der Dolde bis Stiel	Innenseite	243	0 – 1860
	Außenseite	441	0 – 2930
Gesamtdolde	Innenseite	328	0 – 1860
	Außenseite	617	0 – 2930
Summe	pro Dolde	945	0 - 2930

Die Kleistothezien waren über die gesamte Dolde verteilt, wobei überraschend auf der Außenseite der Doldenblätter doppelt so viele Überwinterungsorgane gefunden wurden als auf der Innenseite. In den Untersuchungen von Seigner et.al war es wesentlich schwieriger, die Außenseiten der Doldenblätter zu infizieren als die Innenseiten.

Insgesamt kann bei dem Material von einem hohen Infektionspotential für den Freilandversuch ausgegangen werden.

### Vergleich von Witterungsparametern mit dem Befall durch Echtem Mehltau in den Jahren 1998 – 2003

Wie im Kapitel „Forschungsprojekte“ bereits beschrieben, konnte ein logischer Zusammenhang zwischen Witterung und Befallssituation gefunden werden. In den Tabellen „Zeiträume mit wahrscheinlich hohem Infektionsrisiko durch Echten Mehltau im Hopfen“

April – Juli 1999  
April – Juli 2003 und  
Mai 1998 – 2003

sind Jahre bzw. Monate mit extrem unterschiedlichen Bedingungen zusammengestellt.

Im Jahr 1999 mit dem bisher stärksten Mehлтаubefall wurden die Vorgaben des Modells bereits im Mai zweimal erfüllt. Ein weiterer vermutlich starker Infektionszeitraum erfolgt in der ersten Julihälfte. Der Epidemiologieverlauf 1999 ergibt einen logischen Zusammenhang, da in Praxisbeständen bereits Mitte Mai Infektionen festgestellt wurden.

2003 wurde in den Hopfengärten praktisch kein Mehлтаubefall festgestellt. Auch am Standort Hofen (Amtliche Mittelprüfung) normal ein „sicherer Mehltaugarten“, wurde in den unbehandelten Parzellen kein Befall festgestellt. Das Modell hat von Mai – Juli zu keinem Zeitpunkt die Notwendigkeit einer Bekämpfung angezeigt.

**Tabelle 6. 3: Zeiträume mit wahrscheinlich hohem Infektionsrisiko durch Echten Mehltau im Hopfen  
Witterungsdaten am Standort Hüll, April - Juli 1999**

	8-19 Uhr			20 - 7 Uhr			8-19 Uhr			20 - 7 Uhr			8-19 Uhr			20 - 7 Uhr			8-19 Uhr			20 - 7 Uhr		
	°C	mm	Wh/m <sup>2</sup>	°C	mm		°C	mm	Wh/m <sup>2</sup>	°C	mm		°C	mm	Wh/m <sup>2</sup>	°C	mm		Wh/m <sup>2</sup>	°C	mm	°C	mm	Wh/m <sup>2</sup>
1. Apr.						1. Mai.						1. Jun.						1. Jul.						
2. Apr.						2. Mai.						2. Jun.				16,3	16,7	2. Jul.						
3. Apr.						3. Mai.						3. Jun.						3. Jul.						
4. Apr.						4. Mai.						4. Jun.				13,0	10,6	4. Jul.						
5. Apr.						5. Mai.						5. Jun.						5. Jul.				18,8	35,5	
6. Apr.						6. Mai.						6. Jun.				10,9	2,4	6. Jul.	17,7	3,5	1459,1	16,4	0,0	
7. Apr.						7. Mai.						7. Jun.						7. Jul.	17,6	0,2	3037,0			
8. Apr.						8. Mai.						8. Jun.	11,7	11,1	948,5			8. Jul.	16,4	4,2	1581,5			
9. Apr.						9. Mai.						9. Jun.						9. Jul.	16,5	8,7	1453,2	14,2	3,9	
10. Apr.						10. Mai.						10. Jun.						10. Jul.	18,8	18,7	1348,3	16,8	1,9	
11. Apr.						11. Mai.	13,8	5,8	1837,4	12,5	3,8	11. Jun.						11. Jul.	19,4	17,9	2036,6	16,5	0,1	
12. Apr.						12. Mai.	14,7	2,4	2250,1	11,8	6,3	12. Jun.						12. Jul.	19,9	1,4	2950,9			
13. Apr.						13. Mai.				11,3	1,0	13. Jun.						13. Jul.						
14. Apr.						14. Mai.	12,5	1,0	1658,9	10,9	10,5	14. Jun.						14. Jul.				15,7	4,1	
15. Apr.						15. Mai.						15. Jun.						15. Jul.				13,7	1,4	
16. Apr.						16. Mai.						16. Jun.						16. Jul.						
17. Apr.						17. Mai.						17. Jun.						17. Jul.						
18. Apr.						18. Mai.						18. Jun.				12,6	11,0	18. Jul.						
19. Apr.						19. Mai.						19. Jun.						19. Jul.						
20. Apr.						20. Mai.	16,0	1,2	2671,1	11,8	2,8	20. Jun.						20. Jul.						
21. Apr.						21. Mai.	12,8	17,5	247,0	11,6	23,6	21. Jun.	13,6	0,9	2649,8	11,8	6,5	21. Jul.	22,9	2,5	3265,5			
22. Apr.						22. Mai.	12,5	2,0	1006,2	11,7	6,7	22. Jun.						22. Jul.						
23. Apr.						23. Mai.						23. Jun.						23. Jul.	14,8	4,3	2644,5			
24. Apr.						24. Mai.						24. Jun.						24. Jul.						
25. Apr.						25. Mai.						25. Jun.	Blattbefall					25. Jul.						
26. Apr.						26. Mai.						26. Jun.				12,3	1,4	26. Jul.						
27. Apr.						27. Mai.						27. Jun.						27. Jul.						
28. Apr.						28. Mai.						28. Jun.	15,8	3,6	2232,4	13,3	2,6	28. Jul.						
29. Apr.						29. Mai.						29. Jun.						29. Jul.						
30. Apr.						30. Mai.						30. Jun.				14,7	6,6	30. Jul.						
						31. Mai.												31. Jul.						

**Tabelle 6.4: Zeiträume mit wahrscheinlich hohem Infektionsrisiko durch Echten Mehltau im Hopfen  
Witterungsdaten am Standort Hüll, April - Juli 2003**

	8-19 Uhr			20 - 7 Uhr			8-19 Uhr			20 - 7 Uhr			8-19 Uhr			20 - 7 Uhr			8-19 Uhr			20 - 7 Uhr	
	°C	mm	Wh/m <sup>2</sup>	°C	mm		°C	mm	Wh/m <sup>2</sup>	°C	mm		°C	mm	Wh/m <sup>2</sup>	°C	mm		Wh/m <sup>2</sup>	°C	mm	°C	mm
1. Apr.						1. Mai.						1. Jun.						1. Jul.	14,6	6,5	793,6	16,3	1,9
2. Apr.						2. Mai.				9,2	2,3	2. Jun.						2. Jul.					
3. Apr.						3. Mai.				9,0	4,4	3. Jun.						3. Jul.	16,5	4,2	3109,0	12,5	0,7
4. Apr.						4. Mai.						4. Jun.						4. Jul.					
5. Apr.						5. Mai.						5. Jun.						5. Jul.	17,1	2,4	3085,0		
6. Apr.						6. Mai.						6. Jun.				18,6	1,7	6. Jul.					
7. Apr.						7. Mai.						7. Jun.						7. Jul.					
8. Apr.						8. Mai.				15,8	2,3	8. Jun.						8. Jul.					
9. Apr.						9. Mai.	17,9	0,8	3229,0	14,3	3,5	9. Jun.						9. Jul.					
10. Apr.						10. Mai.						10. Jun.						10. Jul.					
11. Apr.						11. Mai.	15,9	3,1	2344,0	13,0	5,8	11. Jun.						11. Jul.					
12. Apr.						12. Mai.						12. Jun.				19,7	1,2	12. Jul.					
13. Apr.						13. Mai.	11,5	3,8	1151,0			13. Jun.	22,8	2,3	3205,0			13. Jul.					
14. Apr.						14. Mai.						14. Jun.						14. Jul.					
15. Apr.						15. Mai.						15. Jun.						15. Jul.					
16. Apr.						16. Mai.						16. Jun.						16. Jul.				16,1	2,0
17. Apr.						17. Mai.						17. Jun.				14,4	4,5	17. Jul.	18,7	7,8	1735,0		
18. Apr.						18. Mai.						18. Jun.				16,5	4,9	18. Jul.					
19. Apr.						19. Mai.						19. Jun.						19. Jul.					
20. Apr.						20. Mai.	11,2	7,9	2113,0			20. Jun.	20,5	1,8	3321,0			20. Jul.					
21. Apr.						21. Mai.						21. Jun.						21. Jul.					
22. Apr.						22. Mai.				9,6	1,1	22. Jun.						22. Jul.					
23. Apr.						23. Mai.						23. Jun.						23. Jul.				17,5	1,7
24. Apr.						24. Mai.						24. Jun.	22,9	0,9	3257,0	18,8	4,4	24. Jul.				15,3	3,8
25. Apr.						25. Mai.						25. Jun.						25. Jul.					
26. Apr.						26. Mai.						26. Jun.						26. Jul.					
27. Apr.						27. Mai.						27. Jun.				15,2	3,7	27. Jul.				19,2	3,2
28. Apr.						28. Mai.						28. Jun.				16,2	2,1	28. Jul.				16,3	2,5
29. Apr.						29. Mai.						29. Jun.						29. Jul.					
30. Apr.	19,5	1,2	2742,0	11,3	2,8	30. Mai.						30. Jun.						30. Jul.					
						31. Mai.												31. Jul.					



Dem Zeitpunkt der ersten Behandlung kommt wahrscheinlich die größte Bedeutung zu. Hat die Infektion stattgefunden, kann die weitere Vermehrung mit der derzeit vorhandenen Mittelpalette nicht mehr effektiv gestoppt werden. Der Vergleich der Witterungsdaten mit wahrscheinlicher Infektion im Mai bringt wieder einen logischen Zusammenhang mit dem starken Befall 1999 und 2002. Spritzungen im Mai hätten in diesen Jahren den Befall mit Sicherheit verhindert.

### **Auswertung der Witterungsdaten in den Zeiträumen mit wahrscheinlich hoher Infektionswahrscheinlichkeit**

Für die Bewertung der Einzelstundenwerte können für die möglichen Zeiträume der Mehltauinfektion grundsätzlich folgende Gemeinsamkeiten abgeleitet werden:

- bei den Nachttemperaturen nur wenige Stundendurchschnittswerte knapp unter 10 °C
- die Maximaltemperaturen am Tage liegen unter 20°C
- die Tag-Nacht-Differenz in °C ist sehr gering
- die Niederschlagsereignisse sind auf mehrere Stunden verteilt
- kurzfristig kann die Sonnenscheinintensität auf 700 Wattstunden pro Quadratmeter (Wh/m<sup>2</sup>) ansteigen (Ausnahmen); die Summe über den Tag liegt jedoch unter 3000 Wh/m<sup>2</sup>
- hohe Stundenzahlen mit Luftbewegung (0,1 – 1,5 m/sec); der Wind erreicht nur selten Spitzenwerte von 2 m/sec
- die relative Luftfeuchte liegt bei Nacht zwischen 80 – 99 %, am Tage ebenfalls über 80 % mit wenig Stunden unter 70 %

Die geringen Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht widersprechen der bisherigen Auffassung zum Zeitpunkt hoher Infektionswahrscheinlichkeit; es werden bisher hohe Tag-Nacht-Schwankungen mit Taubildung für die Infektion unterstellt.

Die Sonnenscheinintensität wird in der Literatur erwähnt (diffuses Licht), jedoch nicht konsequent gefordert. Vermutlich liegt neben der Temperatur, bei diesem Parameter ein wichtiger Schlüssel für die Beurteilung der Infektionswahrscheinlichkeit.

### **Monitoring zum Mehltaubefall 2003**

In einem Monitoring in Zusammenarbeit mit 36 Hopfenpflanzern, verteilt über die gesamte Hallertau, wurden bis Mitte Juni unbehandelte Parzellen angelegt. Da über die gesamte Vegetationsperiode keine Mehltauinfektion erfolgte, waren auch bei den Kontrollen in den unbehandelten Parzellen keine Pusteln zu finden.

#### **6.2.7 Botrytis (*Botrytis cinerea* PERS.)**

Witterungsbedingt gab es 2003 keinen Befall durch Botrytis.

Spezielle Botrytizide wie sie im Weinbau zugelassen sind, werden im Hopfen nicht geprüft, da

- die notwendige vorbeugende Behandlung nur sehr schwer zeitlich festzulegen ist und
- der Kostenaufwand für eine vorbeugende Behandlung zu hoch wäre.

Zugelassene Fungizide mit Nebenwirkung auf Botrytis sind Euparen M WG; Folpan 80 WDG, Ortiva und Flint.

### **6.3 Virusfreies Pflanzgut**

Im Jahre 2003 wurden 5040 Pflanzen auf Virus untersucht.

- **Arbeitsbereich Züchtung**  
1986 Mutterpflanzen auf ApMV und HMV
- **Vermehrungsbetrieb Eickelmann**

382 Mutterpflanzen auf ApMV und HmV

davon:     4  Hersbrucker  
          50  Hallertauer Magnum  
         114  Hallertauer Mittelfrüher  
          50  Hallertauer Merkur  
          48  Perle  
          30  Hallertauer Tradition  
          36  Hallertauer Taurus  
          50  Saphir

- **Ring Hallertau**  
81 ApMV für B-Zertifikate und Bestätigungen
  
- **Ring Jura**  
26 ApMV für B-Zertifikate und Bestätigungen
  
- **Eigene Untersuchungen**  
101 ApmV  
96 HmV

## **7 Hopfenqualität und -analytik**

**Dr. Klaus Kamhuber, Dipl. Chemiker**

### **7.1 Allgemeines**

Die  $\alpha$ -Säuren sind für die Bierbrauer die mit Abstand wichtigsten Hopfeninhaltsstoffe. Sie sind ein Maß für das Bitterpotential von Hopfen und spielen auch bei der Bezahlung eine immer größere Rolle. Es gibt Brauer, die Hopfen als reinen  $\alpha$ -Säurenlieferanten ansehen und allen anderen Inhaltsstoffen keine Aufmerksamkeit widmen. Andere wählen Hopfen gezielt nach Sorte und Anbaugebiet aus. In vielen Sudversuchen ist belegt worden, dass die Bittere und das Aroma eines Bieres durch unterschiedliche Hopfensorten beeinflusst werden kann. Allerdings können die Ergebnisse nicht in jedem Fall einem Spektrum von Inhaltsstoffen zugeordnet werden.

Neuere Arbeiten von Prof. Schieberle (TU München, Garching) zeigen, dass die Iso- $\alpha$ -Säuren nur für 60 % der Hopfenbittere verantwortlich sind. Die Bitterqualität wird vermutlich durch ein komplexes Zusammenwirken vieler einzelner Inhaltsstoffe bestimmt. In Zukunft werden deswegen auch andere Hopfeninhaltsstoffe zunehmendes Interesse finden. Die Polyphenole besitzen ein hohes positives Potential für die Gesundheit. Insbesondere Xanthohumol könnte als Zusatzstoff für „funktionelle Getränke“ oder für pharmazeutische Präparate Verwendung finden.

In der Arbeitsgruppe IPZ 5d werden alle analytischen Untersuchungen durchgeführt, die zur Unterstützung von Versuchsfragen des Arbeitsbereichs IPZ 5 Hopfen benötigt werden.

### **7.2 Zuchtprogramme**

Die Ziele der Hopfenzüchtung in Hüll wurden am 17.01.1997 bei einer Besprechung über „Strategien in der Sortenpolitik bei Hopfen und Ziele der Hopfenzüchtung“ festgelegt. Im Jahr 2003 wurden in Hüll zwei Sitzungen der Arbeitsgruppe „Qualitätskriterien für die Hopfenzüchtung in Hüll aus der Sicht der Hopfenveredelungs- und Brauwirtschaft“ abgehalten, in der zusätzliche Kriterien und Wünsche diskutiert wurden. Neben der Krankheitsresistenz wird Trockenheitsresistenz immer wichtiger. Der  $\alpha$ -Säuregehalt soll bei Aromasorten möglichst geringen Schwankungen unterliegen. Die Erhöhung des Xanthohumolgehalts wurde ebenfalls als Zuchtziel definiert.

#### **7.2.1 Zuchtprogramm Aromasorten**

Die Tabelle 7.1 zeigt Untersuchungsergebnisse der Ernte 2002 mit Kriterien des Saazer Formenkreises im Vergleich zu den Sorten Saazer, Spalter, Spalter Select und Tettnanger. Einige Zuchtstämme haben bei einem  $\alpha$ -Säuregehalt von fast 10 % einen Cohumulonanteil von unter 20 %.

#### **7.2.2 Zuchtprogramm Bittersorten**

Bei den Bittersorten sind einerseits Bitterhopfen ohne qualitative Anforderungen mit möglichst hohem  $\alpha$ -Säuregehalt erwünscht, andererseits sollen auch Bitterhopfen mit qualitativen Anforderungen wie Hallertauer Magnum und Hallertauer Taurus gezüchtet werden. Ein niedriger Cohumulongehalt sollte nach neueren Untersuchungen nicht mehr als wesentliches Zuchtziel intensiv verfolgt werden. Die Tabelle 7.2 zeigt eine Auswahl einiger Zuchtstämme mit hohem  $\alpha$ -Säuregehalt im Vergleich zu Hallertauer Magnum, Hallertauer Merkur und Hallertauer Taurus des Jahres 2002. Die Zuchtstämme 93/010/034, 93/010/036, 93/010/063 und 95/094/816 werden beim Bundessortenamt zur Zulassung angemeldet. Diese Zuchtstämme bringen in Reifezeit, Resistenz, Ertrag und  $\alpha$ -Säurertrag einen deutlichen Zuchtfortschritt.

**Tabelle 7.1: Zuchtstämme mit Kriterien des Saazer Formenkreises,  $\alpha$ -Säuregehalten über 4 % und niedrigen Cohumulongehalten, Ernte 2002**

Zuchtstamm	Myrcen	2-M.-iso- butyrat	Sub. 14b	Sub. 15b	Lina- lool	Aroma- dendren	Unde- canon	Humu- len	Farne- sen	$\gamma$ -Muu- rolen	$\beta$ -Se- linen	$\alpha$ -Se- linen	Cadi- nen	Seli- nadien	Gera- niol	$\alpha$ -Säu- ren	$\beta$ -Säu- ren	$\beta$ : $\alpha$	Cohu- mulon	Colu- pulon
Saazer	2325	8	2	5	22	0	9	228	33	6	3	2	13	0	0	4,00	5,62	1,41	22,6	39,6
Spalter	2274	9	2	5	21	0	8	237	33	6	3	2	14	0	0	3,73	6,59	1,77	22,6	39,6
Spalter Select	4528	90	18	7	68	10	13	170	49	7	27	29	14	33	0	4,19	4,66	1,11	21,6	43,
Tettnanger	2236	11	4	4	23	0	12	222	27	6	2	2	13	0	0	5,06	5,96	1,18	22,2	40,2
82/036/028	1473	14	12	11	15	0	13	250	26	6	3	2	15	0	2	3,49	4,14	1,19	22,0	42,1
89/002/025	1308	35	8	2	23	0	13	220	21	5	2	2	13	1	0	9,16	6,98	0,76	19,0	51,3
91/013/025	3124	41	5	14	20	11	5	146	31	7	19	21	12	30	0	9,45	7,90	0,84	15,0	35,9
91/033/015	1508	12	17	7	14	0	10	242	50	7	3	2	14	0	0	8,26	3,93	0,48	14,4	35,2
93/053/033	1145	31	4	2	11	0	12	262	27	8	3	2	15	0	1	8,61	7,77	0,90	20,4	40,2
93/081/013	2497	46	8	9	33	0	23	244	39	6	2	2	13	0	0	6,25	6,92	1,11	20,7	42,7
96/031/027	2502	25	20	11	33	0	8	224	24	6	2	2	14	25	0	4,94	6,60	1,34	15,6	34,7
96/054/009	2778	45	15	5	35	0	13	302	36	9	4	3	16	0	0	3,82	5,01	1,31	20,8	41,5
97/010/023	3329	10	6	10	27	0	13	223	36	7	3	3	15	0	0	8,14	5,94	0,73	24,7	44,0
99/038/704	2580	21	63	10	15	0	9	215	27	7	4	3	14	0	0	6,76	6,95	1,03	23,9	43,5
2000/018/016	6987	197	5	18	36	18	15	147	52	7	18	20	14	28	0	7,88	8,55	1,09	19,0	40,5
2000/019/008	3971	12	4	4	53	1	8	201	31	5	5	4	13	1	0	2,80	7,64	2,73	20,6	42,4
2001/016/713	2042	126	6	52	7	0	21	233	23	7	4	3	14	1	0	8,61	4,05	0,47	20,4	42,6
2001/017/721	758	40	4	11	8	0	23	229	21	10	3	2	16	0	0	7,20	3,72	0,52	19,1	40,4
2001/018/707	1353	152	0	30	6	0	8	183	46	6	10	9	14	17	0	6,75	2,48	0,37	23,5	47,1
2001/019/737	725	32	6	4	3	0	6	189	23	7	3	3	13	0	0	7,40	3,23	0,44	21,1	44,8
2001/033/728	821	18	14	5	13	0	15	153	20	7	13	12	15	11	0	6,23	4,37	0,70	12,5	30,7

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

**Tabelle 7.2: Zuchtprogramm Bittersorten, Ernte 2002**

Sorte/Zuchtstamm	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	$\beta:\alpha$	Cohumulon	Colupulon
Hallertauer Magnum	15,29	6,51	0,43	22,2	43,1
Hallertauer Magnum	16,22	6,21	0,38	24,3	46,1
Hallertauer Magnum	16,25	5,98	0,37	23,8	46,9
Hallertauer Merkur	15,09	6,95	0,46	17,5	42,5
Hallertauer Taurus	17,21	5,87	0,34	20,7	45,3
Hallertauer Taurus	16,74	5,38	0,32	23,2	47,3
Hallertauer Taurus	15,26	4,71	0,31	23,2	47,7
91/045/021	16,07	5,26	0,33	21,3	43,3
92/085/766	15,04	9,79	0,65	19,8	42,3
93/010/034	15,60	5,57	0,36	24,5	46,5
93/010/034	13,42	4,49	0,33	21,6	43,0
93/010/036	15,82	5,79	0,37	26,3	48,9
93/010/036	17,98	6,79	0,38	27,5	50,7
93/010/063	14,32	6,65	0,46	31,2	54,9
93/010/063	15,32	6,03	0,39	28,4	51,7
94/075/064	15,50	8,54	0,55	23,8	46,4
94/075/240	15,19	7,44	0,49	19,6	37,7
94/075/733	15,26	7,05	0,46	23,9	45,2
94/075/758	16,89	8,05	0,48	20,6	40,6
94/075/761	15,53	6,69	0,43	14,5	30,9
95/093/702	16,00	4,59	0,29	24,0	46,3
95/094/816	17,26	6,00	0,35	36,6	56,9
95/094/816	18,47	5,84	0,32	36,3	56,8
95/103/735	15,09	5,96	0,39	22,5	45,8
95/103/743	15,66	4,65	0,30	24,7	44,5
96/069/037	16,08	6,30	0,39	20,1	40,1
99/061/009	17,77	5,05	0,28	19,6	36,7
99/061/744	16,98	5,65	0,33	17,7	38,4
99/062/735	18,31	5,61	0,31	23,0	45,0
99/065/004	16,10	4,73	0,29	20,1	39,1
99/065/710	15,66	5,48	0,35	20,8	37,7
99/066/025	15,74	5,53	0,35	19,8	38,3
99/093/003	18,47	7,23	0,39	22,0	45,2
2000/078/019	16,43	4,67	0,28	23,3	40,6
2000/102/008	15,83	6,03	0,38	21,9	47,4
2000/109/727	15,17	7,54	0,50	21,1	51,5
2001/056/018	15,79	4,71	0,30	21,9	45,7
2001/056/038	15,36	4,17	0,27	23,9	43,7
2001/093/013	16,13	6,40	0,40	23,4	45,4
2001/093/024	15,88	6,70	0,42	24,3	48,4
2001/095/024	15,26	5,95	0,39	19,1	43,0
2001/101/704	15,71	3,83	0,24	24,4	46,3
2001/108/014	17,51	4,15	0,24	23,0	47,1

$\alpha$ - und  $\beta$ -Säuren in % lftr.; Analoga in % der  $\alpha$ - bzw.  $\beta$ -Säuren

### **7.3 Welthopfensortiment**

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. Tabelle 7.3 zeigt die Ergebnisse des Erntejahres 2002. Sie kann als Hilfsmittel dienen, um unbekannte Hopfensorten einem bestimmten Sortentyp zuzuordnen.

**Tabelle 7.3: Welthopfensortiment, Ernte 2002**

Sorte/ Bezeichnung	Myrcen	2-M-iso- butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Lina- lool	Aroma- dendren	Unde- canon	Humu- len	Farne- sen	$\gamma$ -Muu- rolen	$\beta$ -Seli- nen	$\alpha$ -Seli- nen	Cadi- nen	Seli- nadien	Gera- niol	$\alpha$ -Säu- ren	$\beta$ -Säu- ren	$\beta$ : $\alpha$	Cohu- mulon	Colu- pulon
Admiral	1795	731	9	9	34	0	6	172	6	6	3	2	13	0	0	16,21	6,04	0,37	43,5	65,3
Ahil	2846	274	15	1	10	0	5	133	50	5	7	6	10	0	0	9,27	4,32	0,47	38,4	60,7
Alliance	1430	79	1	3	14	0	4	240	9	6	4	3	14	0	0	5,69	3,25	0,57	33,3	55,2
Apolon	3353	50	29	4	17	0	3	148	52	5	4	3	11	0	0	8,74	3,84	0,44	28,4	51,9
Aquila	1477	72	5	21	23	24	14	17	0	9	53	50	8	57	0	6,61	5,01	0,76	50,2	72,6
Aromat	749	12	2	7	25	0	12	212	13	5	3	2	12	0	4	3,19	5,35	1,68	25,1	40,9
Atlas	836	383	13	1	11	0	3	100	19	4	6	4	7	0	0	6,02	3,86	0,64	40,7	62,0
Aurora	4197	90	4	24	27	0	19	217	26	5	3	3	12	0	0	10,40	4,38	0,42	20,4	46,8
Backa	192	193	7	1	11	0	6	210	6	9	3	2	17	0	0	8,89	7,50	0,84	38,5	62,6
Belgischer Spalter	826	40	1	3	11	7	8	136	6	7	24	26	12	44	0	6,38	4,26	0,67	23,9	49,2
Blisk	1132	264	22	1	21	0	3	146	28	8	8	6	14	0	0	7,89	3,60	0,46	33,8	56,2
Bobek	7118	119	11	72	41	0	12	193	31	5	2	2	12	0	0	7,71	6,54	0,85	25,2	48,3
Bor	2792	77	2	28	8	0	4	248	0	6	3	2	13	0	0	10,76	5,14	0,48	23,6	48,6
Braustern	2853	81	1	44	7	0	4	205	0	5	2	2	13	0	0	10,18	6,19	0,61	29,0	49,5
Brewers Gold	1504	224	5	8	11	0	2	134	0	6	7	5	11	0	2	6,34	4,00	0,63	42,6	68,8
Brewers Stand	2451	679	30	26	44	23	15	23	0	52	62	49	77	44	0	8,38	5,23	0,62	31,3	51,6
Buket	3332	131	3	59	19	0	9	199	24	7	3	2	15	0	0	10,37	5,52	0,53	22,7	53,3
Bullion	756	235	13	4	15	0	2	122	0	6	9	7	12	0	0	6,68	5,17	0,77	42,3	66,3
Cascade	1060	197	26	2	16	0	4	119	9	6	11	8	11	0	0	6,25	5,14	0,82	34,9	52,8
Chang bei no 1	1294	4	4	3	20	0	7	191	20	7	12	11	12	11	0	4,99	5,27	1,06	22,7	43,7
Chang bei no 2	1187	7	4	1	24	0	8	179	17	6	13	12	12	13	0	4,29	5,24	1,22	23,2	44,4
Columbia	212	36	15	0	16	0	5	220	0	8	19	15	17	0	0	4,31	6,43	1,49	20,3	33,6

Fortsetzung Tabelle 7.3

Sorte/ Bezeichnung	Myrcen	2-M-iso- butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Lina- lool	Aroma- dendren	Unde- canon	Humu- len	Farne- sen	$\gamma$ -Muu- rolen	$\beta$ -Seli- nen	$\alpha$ -Seli- nen	Cadi- nen	Seli- nadien	Gera- niol	$\alpha$ -Säu- ren	$\beta$ -Säu- ren	$\beta$ : $\alpha$	Cohu- mulon	Colu- pulon
Columbus	3870	99	9	12	7	0	4	127	0	15	10	9	30	10	0	13,95	5,50	0,39	36,5	59,3
Comet	276	135	13	3	15	0	4	10	0	3	52	50	6	10	0	8,92	4,30	0,48	42,6	63,3
Crystal	2516	375	9	61	6	0	5	113	0	4	6	5	9	0	0	8,33	6,55	0,79	42,4	65,9
Dunav	1901	43	2	57	5	0	3	169	17	5	2	1	12	0	0	8,86	8,84	1,00	25,9	58,1
Early Choice	1878	87	2	25	6	0	3	195	0	5	41	47	14	0	0	3,09	2,14	0,69	38,3	54,8
Eastern Gold	697	5	2	1	10	0	4	147	8	20	8	7	36	7	0	14,00	5,81	0,42	29,6	47,1
Eastwell Golding	1148	65	2	5	11	0	4	242	0	6	3	2	13	0	0	7,84	5,00	0,64	26,5	48,6
Emerald	561	35	5	5	5	0	6	257	0	6	4	3	14	0	0	7,07	5,68	0,80	24,8	45,4
Estera	2209	122	1	4	17	0	4	221	23	6	3	2	14	0	0	4,22	2,80	0,66	30,8	49,7
First Gold	2873	289	3	8	19	0	8	202	13	7	82	92	16	0	0	9,82	4,68	0,48	28,9	55,4
Fuggle	2127	146	2	5	20	0	6	219	14	6	2	2	13	0	0	4,92	3,41	0,69	28,8	47,7
Glacier	1094	18	5	1	16	0	6	170	0	5	3	2	12	0	0	5,77	8,15	1,41	13,0	39,8
Granit	2131	75	4	11	5	0	10	150	0	4	5	5	9	0	0	9,17	6,33	0,69	23,1	45,6
Hallertauer Gold	2103	54	15	5	19	0	5	229	0	5	3	2	13	0	0	7,40	6,91	0,93	20,1	41,9
Hallertauer Magnum	5984	112	21	21	8	0	4	248	0	5	3	3	12	0	0	14,76	7,09	0,48	26,2	46,0
Hallertauer Merkur	3264	142	13	6	17	0	6	249	0	6	5	5	13	0	0	13,49	6,07	0,45	17,2	42,3
Hallertauer Mfr.	676	48	2	1	18	0	6	267	0	8	3	3	16	0	0	3,90	4,84	1,24	19,1	38,2
Hallertauer Taurus	5524	74	12	11	29	0	7	212	0	6	52	56	15	0	0	16,48	5,72	0,35	20,4	44,1
Hallertauer Tradition	1558	78	8	2	22	0	6	245	0	7	3	2	13	0	0	6,83	5,70	0,84	22,9	45,5
Herald	4602	323	3	72	11	1	22	185	0	6	28	31	14	0	1	11,85	4,82	0,41	36,6	60,0
Hersbrucker Pure	2433	98	3	8	24	9	9	156	0	8	23	26	13	39	0	6,56	3,63	0,55	23,3	45,7
Hersbrucker Spät	1231	50	6	3	35	34	8	133	0	12	42	45	15	51	0	2,60	7,02	2,70	19,4	35,4

Fortsetzung Tabelle 7.3

Sorte/ Bezeichnung	Myrcen	2-M-iso- butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Lina- lool	Aroma- dendren	Unde- canon	Humu- len	Farne- sen	$\gamma$ -Muu- rolen	$\beta$ -Seli- nen	$\alpha$ -Seli- nen	Cadi- nen	Seli- nadien	Gera- niol	$\alpha$ -Säu- ren	$\beta$ -Säu- ren	$\beta$ : $\alpha$	Cohu- mulon	Colu- pulon
Horizon	3846	166	7	25	25	0	6	98	11	2	6	5	8	0	0	10,79	5,90	0,55	23,6	46,4
Hüller Anfang	326	46	4	2	13	0	5	267	0	8	3	2	15	0	0	2,74	4,84	1,77	23,6	38,4
Hüller Aroma	492	30	1	0	15	0	4	252	0	7	3	3	16	0	0	4,15	4,83	1,16	25,7	46,0
Hüller	429	290	34	7	38	13	10	106	0	51	57	42	67	39	0	5,23	6,03	1,15	32,7	49,3
Hüller Fortschritt	537	23	5	3	18	0	6	264	0	7	3	3	15	0	0	3,33	5,36	1,61	24,9	40,5
Hüller Start	338	25	1	1	7	0	7	259	0	9	3	2	15	0	0	2,82	4,44	1,58	22,2	39,9
Japan C-845	1569	29	6	15	5	0	3	239	26	7	3	3	13	0	0	12,01	5,35	0,45	24,5	42,8
Kitamidori	592	5	4	5	3	0	1	241	16	7	3	2	14	0	0	11,77	4,64	0,39	22,1	40,0
Kumir	2176	67	2	12	14	0	5	239	10	7	3	2	14	0	0	10,97	5,48	0,50	20,0	41,6
Late Cluster	14443	632	25	56	45	14	12	34	8	43	49	49	82	47	0	8,61	5,77	0,67	30,8	51,0
Liberty	699	40	2	2	15	0	6	249	0	8	3	3	17	0	0	4,86	4,20	0,87	22,6	40,6
Lubelski	1405	9	2	2	21	0	9	211	22	6	3	2	13	0	0	4,54	5,81	1,28	22,7	40,0
Malling	2054	102	2	4	20	0	5	214	20	6	3	3	13	0	0	3,79	2,61	0,69	31,8	51,7
Marynka	2545	137	2	19	7	0	7	127	75	5	5	5	10	0	0	10,81	5,16	0,48	19,4	46,7
Mount Hood	183	16	8	1	7	0	2	233	0	8	3	2	16	0	0	4,93	7,42	1,51	21,7	44,2
Northern Brewer	3847	110	2	53	8	0	4	211	0	5	2	2	12	0	0	9,99	4,99	0,50	28,8	50,7
Nugget	1933	99	3	10	13	0	3	147	0	3	5	5	9	0	0	10,76	4,54	0,42	29,5	55,5
Olympic	1453	65	3	11	12	0	4	150	0	4	7	6	9	0	0	12,95	4,99	0,39	27,1	54,0
Omega	2108	269	19	11	17	0	6	225	0	5	44	55	14	0	0	8,23	4,50	0,55	30,0	49,8
Orion	828	56	5	3	9	0	4	188	0	6	3	2	14	0	0	10,58	7,13	0,67	26,4	49,6
OT 48	330	56	7	4	22	0	9	185	0	5	4	3	11	0	0	4,85	4,04	0,83	36,2	62,7
PCU 280	2265	55	1	13	5	0	3	222	0	5	2	2	11	0	0	10,42	4,30	0,41	27,4	49,9

Fortsetzung Tabelle 7.3

Sorte/ Bezeichnung	Myrcen	2-M-iso- butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Lina- lool	Aroma- dendren	Unde- canon	Humu- len	Farne- sen	$\gamma$ -Muu- rolen	$\beta$ -Seli- nen	$\alpha$ -Seli- nen	Cadi- nen	Seli- nadien	Gera- niol	$\alpha$ -Säu- ren	$\beta$ -Säu- ren	$\beta$ : $\alpha$	Cohu- mulon	Colu- pulon
Perle	1373	51	1	22	4	0	3	243	0	6	3	3	13	0	0	8,23	4,84	0,59	30,1	55,2
Phoenix	3315	231	2	11	7	0	4	230	21	6	45	52	14	0	0	13,15	5,70	0,43	25,9	49,5
Pilgrim	4527	280	10	65	9	0	18	214	0	6	46	50	16	0	0	12,69	4,84	0,38	31,9	57,2
Pride of Kent	2578	49	2	3	23	0	5	211	0	5	3	2	11	0	0	5,60	2,73	0,49	31,3	52,3
Progress	1114	765	38	5	42	28	17	20	0	53	67	47	74	44	0	8,46	5,27	0,62	29,9	50,2
Saazer	2325	8	2	5	22	0	9	228	33	6	3	2	13	0	0	4,00	5,62	1,41	22,6	39,6
Saphir	5810	43	4	31	29	6	17	148	0	6	13	15	10	19	0	4,13	7,51	1,82	11,5	42,1
Serebrianca	889	73	1	4	26	0	4	126	50	9	35	34	18	0	0	1,37	4,41	3,22	20,1	36,2
Sirem	945	7	3	3	20	0	11	223	16	7	3	2	15	0	0	3,88	5,37	1,39	22,8	39,4
Sladek	2682	62	2	14	16	0	5	241	11	7	3	2	14	0	0	10,74	5,42	0,50	20,9	43,6
Spalter	618	10	3	0	31	0	11	218	13	8	3	2	12	0	3	2,48	4,71	1,90	26,1	43,0
Spalter Select	4130	32	18	4	53	9	12	136	52	6	17	18	11	31	0	5,48	5,21	0,95	21,2	43,3
Sterling	1453	117	3	15	13	0	3	144	0	4	6	5	9	0	0	10,92	4,55	0,42	29,9	55,8
Strisselspalter	814	30	1	3	24	20	5	131	0	8	28	31	12	35	0	2,51	7,07	2,82	19,0	35,7
Talisman	1360	56	2	17	7	0	3	173	0	4	5	5	10	0	0	10,78	5,63	0,52	27,8	51,4
Tettnanger	2236	11	4	4	23	0	12	222	27	6	2	2	13	0	0	5,06	5,96	1,18	22,2	40,2
Ultra	136	9	1	0	8	0	3	273	0	8	4	3	16	0	0	2,77	4,67	1,69	25,9	41,7
Urozani	2291	6	2	1	44	0	7	172	41	7	19	19	13	23	1	2,89	6,10	2,11	21,5	38,2
USDA 21055	4451	407	3	175	8	0	1	88	46	4	11	10	11	0	0	10,92	4,55	0,42	47,2	70,1
Vojvodina	1406	66	2	15	7	0	7	215	6	6	3	2	12	0	0	6,90	3,96	0,57	29,4	58,7
WFG	2760	13	3	6	24	0	8	200	30	6	2	2	11	0	0	4,57	5,16	1,13	24,5	41,6
Willamette	2285	136	2	6	15	0	3	208	19	7	3	3	13	0	0	5,66	4,61	0,82	32,8	54,6

Fortsetzung Tabelle 7.3

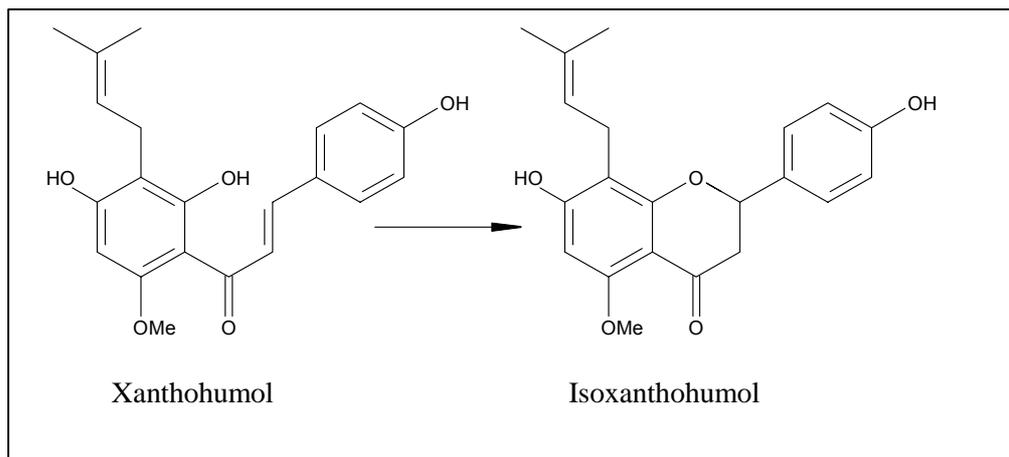
Sorte/ Bezeichnung	Myrcen	2-M-iso- butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Lina- lool	Aroma- dendren	Unde- canon	Humu- len	Farne- sen	$\gamma$ -Muu- rolen	$\beta$ -Seli- nen	$\alpha$ -Seli- nen	Cadi- nen	Seli- nadien	Gera- niol	$\alpha$ -Säu- ren	$\beta$ -Säu- ren	$\beta$ : $\alpha$	Cohu- mulon	Colu- pulon
Wye Challenger	4662	421	6	32	30	0	8	205	0	6	48	53	14	0	0	6,87	5,79	0,84	23,5	45,2
Wye Northdown	2940	66	2	7	14	0	3	193	0	5	2	2	12	0	0	8,27	6,99	0,84	24,4	48,6
Wye Saxon	2370	70	3	95	7	0	5	144	28	5	35	42	13	0	0	6,59	5,18	0,79	20,5	39,8
Wye Target	172	569	5	23	41	0	24	84	0	22	13	8	31	6	0	9,88	4,87	0,49	34,9	57,6
Wye Viking	3925	122	5	49	12	0	9	173	65	6	34	40	13	0	0	7,59	6,16	0,81	23,2	39,8
Yeoman	2401	169	10	10	7	0	4	196	0	5	38	42	13	0	0	12,73	5,86	0,46	25,9	49,8
Zatecki	923	62	1	8	12	0	5	230	13	6	3	2	12	0	0	4,98	3,60	0,72	28,6	49,2
Zenith	3482	128	2	22	22	0	6	219	0	6	68	86	15	0	0	9,79	3,92	0,40	26,6	51,3
Zitic	3077	13	1	11	9	0	10	232	0	6	3	2	13	0	0	6,75	5,26	0,78	19,6	41,6
Zlatan	2927	17	3	5	21	0	9	195	32	5	3	2	11	0	0	4,90	5,06	1,03	24,7	42,5

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

## 7.4 Xanthohumol im Hopfen

An der Oregon State University in Corvallis fanden D. Buhler und C. Miranda heraus, dass Xanthohumol das Wachstum von Krebszellen hemmen kann. Andere Arbeiten beschäftigen sich mit der Wirkung von Xanthohumol gegenüber Osteoporose (Tobe 1997, Yamamoto 2000). Auch am Krebsforschungszentrum in Heidelberg wird inzwischen über Xanthohumol geforscht. Xanthohumol konnte dabei erste Screeningtests mit Bravour bestehen. Vergleicht man Xanthohumol mit dem aus dem Rotwein bekannten Resveratrol, so konnte Xanthohumol eine um zweihundertfach bessere Wirkung erzielen. Man geht nun dazu über, Xanthohumol nicht nur an Zellkulturen (in vitro), sondern auch an lebenden Organismen (in vivo) zu testen. Beim Bierbrauen isomerisiert Xanthohumol zu Isoxanthohumol. Die isomerisierte Form zeigt ebenfalls positive Effekte, wenn auch in geringerem Umfang als Xanthohumol. Herkömmliche Biere enthalten maximal 0,2 mg/l Xanthohumol und bis zu 2,7 mg/l Isoxanthohumol. Am Lehrstuhl für Technologie der Brauerei I der TU München-Weihenstephan wurde ein „XAN-Bier“ entwickelt mit bis zu 1 mg/l Xanthohumol und 8 mg/l Isoxanthohumol. Die Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft (HHV) in Mainburg hat ein Verfahren zur Isolierung von reinem Xanthohumol aus Hopfen erarbeitet. Xanthohumol könnte als Zusatzstoff für „funktionelle Getränke“ oder für pharmazeutische Präparate Verwendung finden, deshalb wurde auch in Hüll die Erhöhung des Xanthohumolgehalts im Hopfen als Zuchtziel festgelegt. Abbildung 7.1 zeigt Xanthohumol und die Isomerisierung zu Isoxanthohumol.

**Abbildung 7.1: Isomerisierung von Xanthohumol zu Isoxanthohumol**



Von allen kommerziell angebauten Sorten besitzt die Hüller Zuchtsorte Hallertauer Taurus den höchsten Xanthohumolgehalt mit etwa 1 %. Es sind jedoch auch einige Zuchtsorten mit Xanthohumolgehalten bis zu 2 % vorhanden. Bis jetzt wurde das Xanthohumol bei der Hopfenzüchtung noch nicht vorrangig verfolgt, eine gezielte Züchtung lässt sicher noch eine deutlichere Steigerung erwarten. Die Tabelle 7.4 zeigt einige Hüller Zuchtstämme mit Xanthohumolgehalten von mehr als 0,80 % im Vergleich zu den Sorten Hallertauer Taurus, Wye Target und Northern Brewer. Der Zuchtstamm 2001/101/704 hält mit einem Xanthohumolgehalt von 2,09 % den bisherigen Rekord. Auch ist das relative Verhältnis des Xanthohumolgehalts zum  $\alpha$ -Säuregehalt mit 13 % sehr günstig, was eine gute Anreicherung von Xanthohumol im Bier ermöglicht.

**Tabelle 7.4: Zuchtstämme mit Xanthohumolgehalten von mehr als 0,80 % im Vergleich zu drei kommerziell angebauten Sorten, Ernte 2002**

Sorte/ Zuchtstamm	Xantho- humol	$\alpha$ -Säu- ren	$\beta$ -Säu- ren	$\beta/\alpha$	Cohu- mulon	Colu- pulon	Xanthohumol/ $\alpha$ -Säuren in %
Hallertauer Taurus	0,92	17,04	5,33	0,31	22,3	47,1	5,40
Wye Target	0,81	11,46	5,31	0,46	34,8	58,4	7,07
Northern Brewer	0,72	10,63	5,45	0,51	26,6	47,9	6,77
2001/101/704	2,09	15,71	3,83	0,24	24,4	46,3	13,30
99/047/001	1,28	9,95	12,25	1,23	29,6	49,7	12,86
2001/093/024	1,26	15,88	6,70	0,42	24,3	48,4	7,93
2001/093/013	1,23	16,13	6,40	0,40	23,4	45,4	7,63
93/010/036	1,14	15,82	5,79	0,37	26,3	48,9	7,21
95/099/748	1,14	13,36	5,34	0,40	23,7	44,7	8,53
93/010/036	1,10	17,98	6,79	0,38	27,5	50,7	6,12
2000/078/019	1,06	16,43	4,67	0,28	23,3	40,6	6,45
95/099/790	1,03	14,37	5,01	0,35	26,7	48,8	7,17
94/075/766	1,01	15,81	6,59	0,42	25,3	51,7	6,39
97/040/003	0,97	14,23	5,21	0,37	38,6	58,6	6,82
97/060/724	0,94	13,00	4,43	0,34	37,5	60,5	7,23
2000/109/703	0,94	13,98	5,07	0,36	28,8	53,9	6,72
99/062/727	0,92	14,77	5,38	0,36	25,4	45,3	6,23
2000/124/740	0,92	16,24	5,96	0,37	32,9	56,3	5,67
2001/077/702	0,92	14,83	8,03	0,54	31,5	54,1	6,20
95/093/702	0,91	16,71	5,08	0,30	26,2	48,6	5,45
2001/018/020	0,91	13,53	6,43	0,48	19,4	40,2	6,73
99/075/013	0,88	12,06	6,42	0,53	25,1	48,6	7,30
2001/092/005	0,88	16,01	6,48	0,40	31,8	52,2	5,50
97/060/754	0,87	11,28	4,65	0,41	39,1	57,9	7,71
99/093/003	0,87	18,47	7,23	0,39	22,0	45,2	4,71
2001/097/004	0,85	14,83	5,81	0,39	26,9	48,4	5,73
89/089/002	0,82	10,18	5,49	0,54	29,2	54,0	8,06
99/060/011	0,81	17,78	5,70	0,32	26,1	47,3	4,56
99/065/722	0,80	17,18	5,38	0,31	26,7	48,3	4,66

Xanthohumol,  $\alpha$ - und  $\beta$ -Säuren in % lfr., Analoga in % der  $\alpha$ - bzw.  $\beta$ -Säuren

### 7.5 Ringanalysen zur Ernte 2003

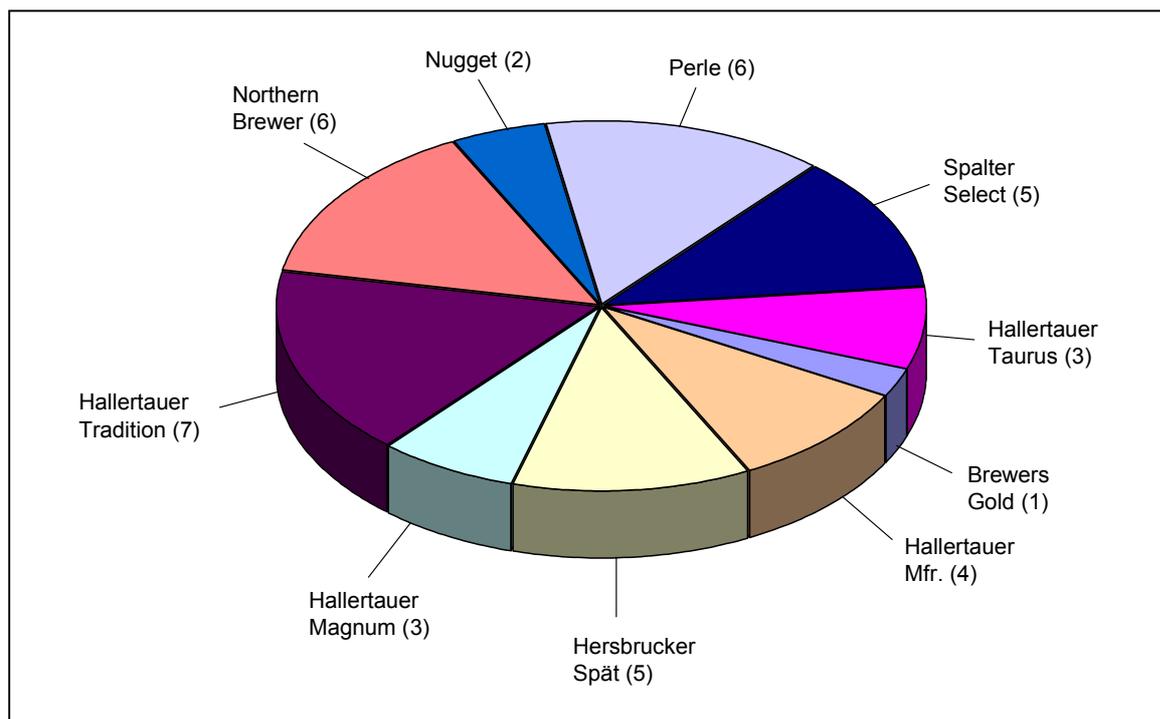
Seit dem Jahr 2000 gibt es bei den Hopfenlieferverträgen eine Zusatzvereinbarung, in der die  $\alpha$ -Säuregehalte Berücksichtigung finden. Der im Vertrag vereinbarte Preis gilt, wenn der  $\alpha$ -Säuregehalt in einem Neutralbereich liegt. Wird dieser Neutralbereich über- bzw. unterschritten, gibt es einen Zu- oder Abschlag. Im Pflichtenheft der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik ist genau festgelegt, wie mit den Proben umgegangen wird (Probenteilung, Lagerung), welche Labors die Nachuntersuchungen durchführen und welche Toleranzbereiche für die Analysenergebnisse zugelassen sind. Auch im Jahr 2003 hatte der Arbeitsbereich IPZ 5d, wie in den Jahren 2000, 2001 und 2002, die Aufgabe Ringanalysen zu organisieren und auszuwerten, um die Richtigkeit der  $\alpha$ -Säureanalysen zu gewährleisten.

Im Jahr 2003 haben sich folgende Labors an dem Ringversuch beteiligt:

- Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft (HHV), Werk Mainburg
- Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft (HHV), Werk Au/Hallertau
- NATECO<sub>2</sub>, Wolnzach
- Hopfenveredelung HVG Barth, Raiser GmbH & Co KG, St. Johann
- Hallertauer Hopfenverwertungsgenossenschaft (HVG), Mainburg
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Arbeitsbereich Hopfen, Hüll
- Agrolab GmbH, Oberhummel
- Agrar- und Umweltanalytik GmbH (AUA), Jena

Der Ringversuch wurde am 02.09.2003 gestartet und am 14.11.2003 beendet, da in dieser Zeit der Großteil der Hopfenpartien in den Labors untersucht wurde. Das Probenmaterial wurde dankenswerterweise von Herrn Hörmannspenger (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 bei der HHV Mainburg mit einer Hammermühle vermahlen, in Hüll mit einem Probenteiler geteilt, vakuumverpackt und zu den einzelnen Labors gebracht. An den darauf folgenden Wochentagen wurde jeweils eine Probe pro Tag analysiert. Die Analyseergebnisse wurden eine Woche später nach Hüll zurückgegeben und dort ausgewertet. Im Jahr 2003 wurden insgesamt 42 Proben analysiert. Die Abbildung 7.2 zeigt die Sortenzusammensetzung.

**Abbildung 7.2: Sortenzusammensetzung der Ringanalyse 2003**



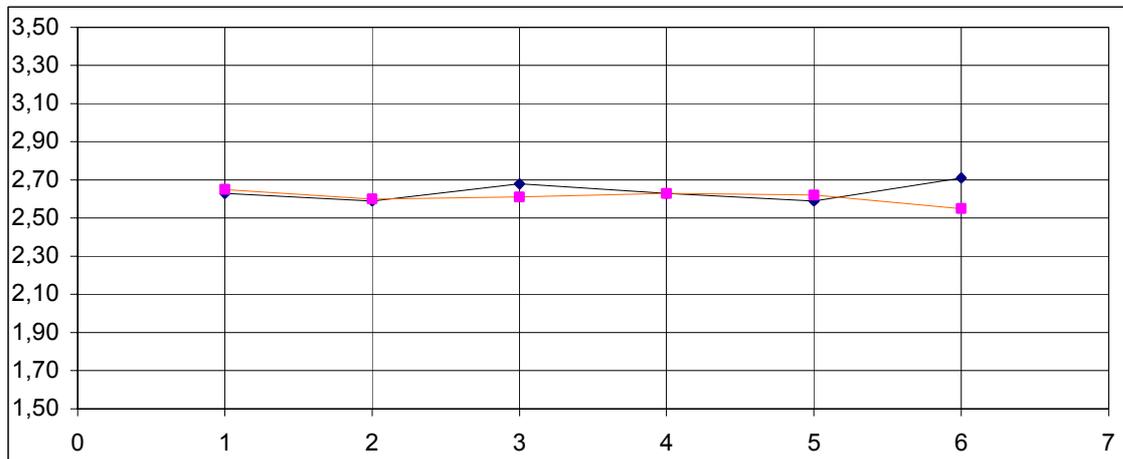
Die Auswertungen wurden so schnell wie möglich an die einzelnen Labors weitergegeben. Die Abbildungen 7.3 und 7.4 zeigen als Beispiele die Ringversuche mit der kleinsten und größten Standardabweichung.

**Abbildung 7.3: Ringanalyse mit der kleinsten Standardabweichung**

**Nr. 31: HSE (28.10.2003)**

Labor	KW		mittel	s	cvr
1	2,63	2,65	2,64	0,014	0,5
2	2,59	2,60	2,60	0,007	0,3
3	2,68	2,61	2,65	0,049	1,9
4	2,63	2,63	2,63	0,000	0,0
5	2,59	2,62	2,61	0,021	0,8
6	2,71	2,55	2,63	0,113	4,3

<b>mean</b>	2,62
<b>sr</b>	0,052
<b>vkR</b>	2,0
<b>sR</b>	0,043
<b>vkR</b>	1,6
<b>r</b>	0,14
<b>R</b>	0,12
<b>Min</b>	2,60
<b>Max</b>	2,65



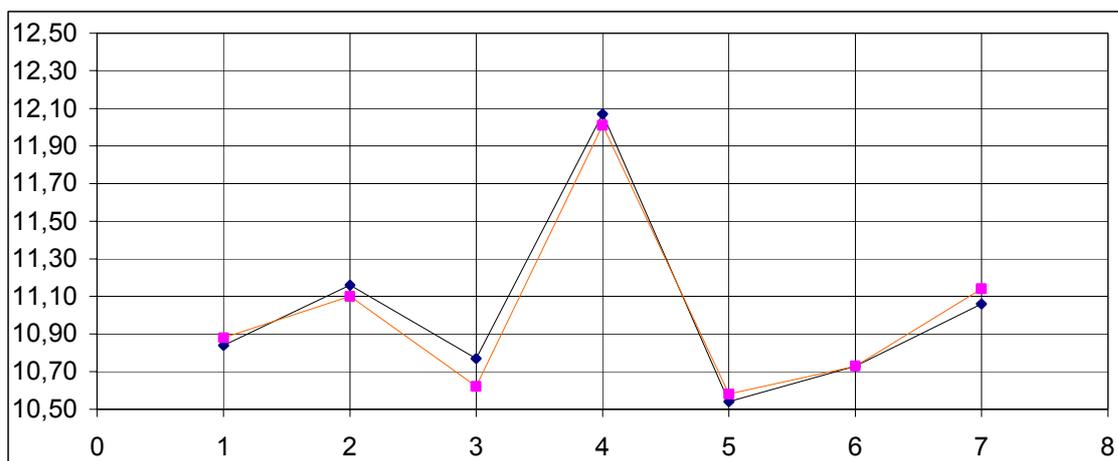
◆ = Bestimmung 1; ■ = Bestimmung 2

**Abbildung 7.4: Ringanalyse mit der größten Standardabweichung**

**Nr. 9: HHM (17.09.2003)**

Labor	KW		mittel	s	cvr
1	10,84	10,88	10,86	0,028	0,3
2	11,16	11,10	11,13	0,042	0,4
3	10,77	10,62	10,70	0,106	1,0
4	12,07	12,01	12,04	0,042	0,4
5	10,54	10,58	10,56	0,028	0,3
6	10,73	10,73	10,73	0,000	0,0
7	11,06	11,14	11,10	0,057	0,5

<b>mean</b>	11,02
<b>sr</b>	0,053
<b>vkR</b>	0,5
<b>sR</b>	0,480
<b>vkR</b>	4,4
<b>r</b>	0,15
<b>R</b>	1,34
<b>Min</b>	10,56
<b>Max</b>	12,04



◆ = Bestimmung 1; ■ = Bestimmung 2

Als Ausreißertest zwischen den Labors wurde nach DIN ISO 5725 der Grubbs-Test gerechnet. Im Jahr 2003 wurde nur zweimal ein Ausreißer ermittelt. Die Tabelle 7.5 zeigt die aus der Methodensammlung der European Brewery Convention (EBC 7.4, konduktometrische Titration) abgeleitete Toleranzgrenzen ( $d$  kritisch, Schmidt, R., NATECO<sub>2</sub>, Wolnzach) und deren Überschreitungen in den Jahren 2000, 2001, 2002 und 2003.

**Tabelle 7.5: Toleranzgrenzen der Methode EBC 7.4 und deren Überschreitungen in den Jahren 2000, 2001, 2002 und 2003**

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

Bei insgesamt 42 Proben gab es im Jahr 2003 nur drei Überschreitungen der zugelassenen Toleranzgrenzen.

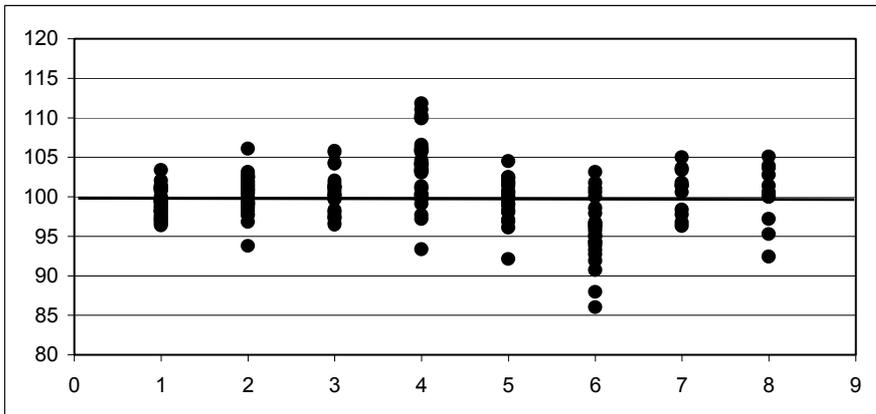
## Resümee

Seit dem Jahr 2000 (Beginn des Ringversuchs) war das Jahr 2003 das Jahr mit den wenigsten Ausreißern und Überschreitungen der Toleranzgrenzen. Auch das Labor, das im Vorjahr sehr viele Ausreißer verursachte, lag in diesem Jahr sehr gut.

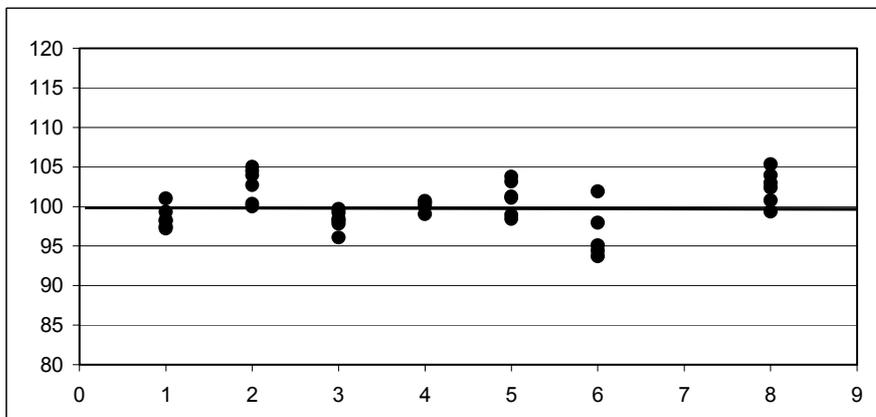
In Abbildung 7.5 sind alle Analyseergebnisse für jedes Labor als relative Abweichungen zum Mittelwert (= 100 %) differenziert nach  $\alpha$ -Säuregehalt < 5 %, > = 5 % und < 10 %, > = 10 % zusammengestellt.

Abbildung 7.5: Analyseergebnisse der Labore relativ zum Mittelwert

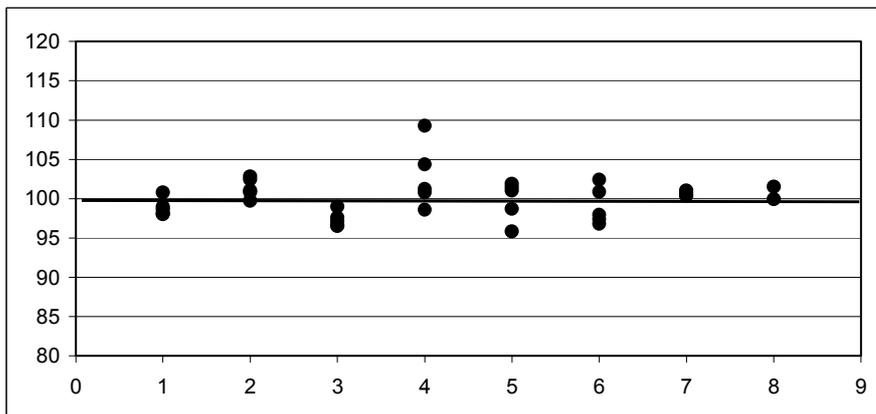
Proben < 5 %



Proben  $\geq$  5 % und < 10 %



Proben  $\geq$  10 %



## 7.6 NIR-Kalibrierung

Infolge von Trockenheit und Hitze im Jahr 2003 waren die  $\alpha$ -Säuregehalte insgesamt um ein Drittel geringer als in den Jahren zuvor. Das wirkte sich auch auf die bestehende NIR-Kalibrierung aus. Die HPLC-Kalibrierung lieferte bei der Sorte Hersbrucker Spät sogar manchmal negative Werte. In der ersten Hälfte des Jahres 2004 werden alle Daten der Ernte 2003 zu den bestehenden Kalibrierungen hinzugefügt und diese anschließend validiert. Diese Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen.

## 7.7 Diplomarbeit „Quantitative Bestimmung der Alterungskomponenten im ätherischen Öl des Hopfens mittels SPME“

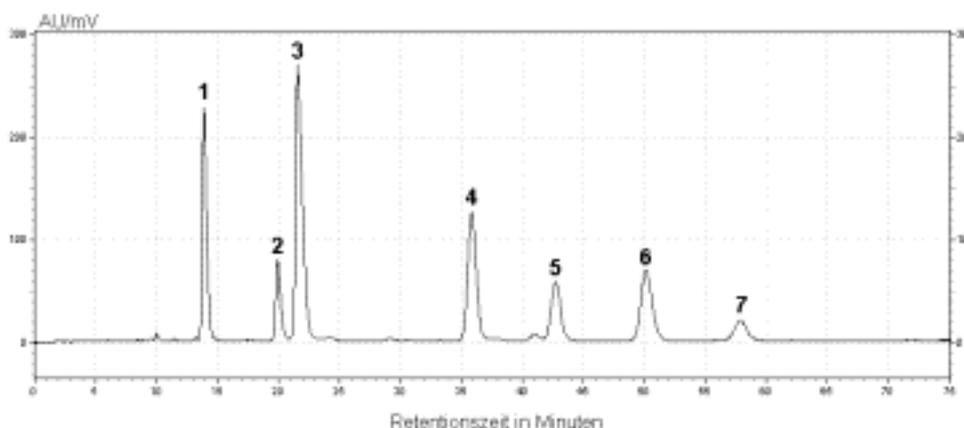
Es wurde ein Ringversuch durchgeführt, bei dem jedes Labor der AHA 2-Pentadecanon als Reinsubstanz und ein Hopfenöl nach ihrer eigenen gaschromatographischen Methode analysiert hat. Das Ergebnis war, dass in Hüll 2-Pentadecanon und Humulenoxid I als ein Peak zusammenfällt und coeluiert. Bei den anderen Labors wurde das 2-Pentadecanon und das Humulenoxid I getrennt. Die Aussage, dass 2-Pentadecanon bei der Alterung zunimmt, ist deshalb falsch oder kann zumindest nicht belegt werden. Deshalb waren in der Diplomarbeit von Herrn Plass auch keine quantitativen Aussagen möglich.

## 7.8 Differenzierung einer Auswahl des Welthopfensortiments und der Hüller Zuchtsorten nach $\alpha$ -Säuren und Polyphenolen und der Einfluss dieser Inhaltsstoffe auf die Bierqualität

Ziel dieses Projekts ist herauszufinden, ob Sorten mit extrem unterschiedlichen Inhaltsstoffen einen bemerkbaren Einfluss auf die Bierqualität haben. Die wissenschaftliche Station für Brauerei München e.V. hat dieses Projekt mit 50 000,00 € finanziert.

Eine HPLC-Trennung wurde ausgearbeitet, die es ermöglicht alle sechs Hauptbitterstoffe sowie Xanthohumol in einem Lauf zu analysieren (Abb. 7)

Abbildung 7.7: HPLC-Auftrennung aller sechs Hauptbitterstoffe und von Xanthohumol



- |               |                 |
|---------------|-----------------|
| 1 = Cohumulon | 5 = Xanthohumol |
| 2 = Adhumulon | 6 = n-Lupulon   |
| 3 = n-Humulon | 7 = Adlupulon   |
| 4 = Colupulon |                 |

Es wurde begonnen, das in Hüll verfügbare Welthopfensortiment sowie die Hüller Zuchtsorten mit dieser Methode zu untersuchen. Bei den Polyphenolen ist die Untersuchung des Gesamtpolyphenolgehalts, des Gesamtflavonoidgehalts, des gebundenen und freien Quercetins und des Kaempferols geplant. Der analytische Teil der Arbeit wird bis Juli 2004 abgeschlossen sein. Im nächsten Jahr sollen von Hopfensorten mit extrem unterschiedlichen Inhaltsstoffen Sudversuche durchgeführt werden (Versuchsbrauerei Hopfenveredelung St. Johann GmbH & Co. KG).

## **7.9 Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen der Ernte 2003**

Die jährlichen Kontrollen auf Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen geben einen sehr guten Überblick über die tatsächliche Situation. Entgegen vieler Vermutungen ist Hopfen frei von schädigenden Rückständen von Pflanzenschutzmittel.

Die ungewöhnlich lange und große Trockenheit und die überdurchschnittlich hohen Temperaturen haben auch an den Einsatz von Pflanzenschutzmittel hohe Anforderungen gestellt. Während verschiedener Zeitabschnitte musste die Ausbringung eingestellt werden, da auf Grund der starken Schutzschicht auf den Blättern die Wirkstoffe nicht mehr in das Blatt eindringen konnten bzw. in der Pflanze nicht mehr verteilt wurden. Schädlinge bewegten sich nur mehr sehr wenig, so dass vielfach der Kontakt mit den Wirkstoffen nicht mehr ausreichend gegeben war. Trotz all dieser Besonderheiten haben es die Hopfenpflanzer mit wenigen Ausnahmen verstanden, Hopfen ohne großen Schädlings- und Krankheitsbefall zu erzeugen.

Hohe Temperaturen, wenig Wasser auf und in der Pflanze und der damit verbundene Umsatz in der Pflanze, hat auch Auswirkungen auf den Abbau der Pflanzenschutzmittel. Generell wäre unter diesen Bedingungen mit höheren Rückständen (insbesondere bei sogenannten Kontaktmitteln) zu rechnen. Die Ergebnisse sind in diesem Jahr deshalb von besonderem Interesse.

Auf Grund der hohen Kosten für die Gesamtanalysen (ca. 1.500,- € pro Probe) musste der Umfang der Analysen auch in diesem Jahr auf sechs Proben beschränkt werden. Sehr viele Analysen werden jedoch zusätzlich in den betriebseigenen Rückstandslabors der Hopfenveredelungswerke durchgeführt.

### **7.9.1 Probenauswahl**

Verteilt über die Abwaage- und Zertifizierungssaison 2003 wurden durch den Hopfenring Hallertau e.V. insgesamt 110 Hopfenmuster aller wichtigen Sorten des Anbaugebietes Hallertau an den Arbeitsbereich Hopfen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) nach Hüll geliefert. Die Muster waren nur mit der Sortenbezeichnung und der Ballennummer gekennzeichnet. Die Namen der Hopfenbaubetriebe sind der LfL somit nicht bekannt.

Aus diesen Proben wurden an der LfL für sechs in der Tabelle 7.6 genannten Hopfensorten je zwei Hopfenmuster ausgewählt und für jede Sorte ein Mischmuster hergestellt. Die umfangreichen Rückstandsanalysen eines Mischmusters aus zwei Einzelmustern sind gerechtfertigt, da die Lieferpartien an die Käufer (Brauereien) in der Regel aus mehreren Einzelpartien zusammengestellt werden. Die Analysen wurden an der Landwirtschaftlichen Hauptversuchsanstalt (HVA) der Technischen Universität (TUM) in Freising-Weihenstephan durchgeführt.

**Tabelle 7.6: Untersuchungen auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln – Ernte 2003**

Wirkstoffe geordnet nach Schaderreger	zulässige Höchstmenge ppm	Milligramm pro Kilogramm = ppm					
		R 1/03 HE	R 2/03 SE	R 3/03 HT	R 4/03 NB	R 5/03 TU	R 6/03 HM
<b>Peronospora</b>							
Azoxystrobin	20	1,5	0,32	nn	nn	nn	nn
Captan, Folpet	120	2,2	0,85	25,5	nn	nn	nn
Captafol	0,1	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Cymoxanil	2,0	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Dimetomorph	50	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Dithiocarbamate	25	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Fentin-acetat	0,5	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Fosethyl	100	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Kupferverbindungen	1000	179	246	469	296	309	130
Metalaxyl	10	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Phosphorige Säure	*)	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Tolyfluanid	30	nn	nn	nn	nn	nn	nn
<b>Mehltau</b>							
Fenarimol	5,0	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Fenpropymorph	0,1	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Myclobutanil	2,0	nn	1,8	nn	nn	nn	nn
Quinoxifen	1	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Triadimefon	10	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Triadimenol	10	nn	1,3	3,9	nn	nn	nn
Trifloxystrobin	30	nn	nn	nn	nn	2,7	1,3
Triforin	30	nn	nn	nn	nn	nn	nn
<b>Botrytis</b>							
Dichlofluanid	150	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Procymidon	0,1	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Vinclozolin	40	nn	nn	nn	nn	nn	nn
<b>Blattlaus</b>							
Bifenthrin	10	nn	nn	nn	nn	nn	nn
3-Hydroxy-Carbofuran	10	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Cyfluthrin	20	nn	nn	1,4	0,27	nn	nn
Lambda-Cyhalothrin	10	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Cypermethrin	30	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Deltamethrin	5	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Diazinon	0,05	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Endosulfan	0,1	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Imidacloprid	2,0	0,15	<0,1	<0,1	0,15	nn	nn
Mevinphos	0,5	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Omethoat	0,05	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Parathion-methyl	0,1	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Permethrin	0,1	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Pirimicarb	0,05	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Propoxur	0,1	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Pymetrozin	5	nn	nn	nn	nn	nn	nn

Fortsetzung Tabelle 7.6

Wirkstoffe geordnet nach Schaderreger	zulässige Höchstmenge ppm	Milligramm pro Kilogramm = ppm					
		R 1/03 HE	R 2/03 SE	R 3/03 HT	R 4/03 NB	R 5/03 TU	R 6/03 HM
<b>Gemeine Spinnmilbe</b>							
Abamectin	0,05	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Amitraz	20	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Azocyclotin/Cyhexatin	0,1	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Brompropylat	5	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Dicofol	50	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Fenbutatinoxid	0,1	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Fenpyroximate	10	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Hexythiazox	3	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Propargit	30	nn	nn	nn	nn	nn	nn
<b>Liebstöckelrüssler</b>							
Acephat	0,1	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Carbofuran	10	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Methamidophos	2	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Methidathion	3	nn	nn	nn	nn	nn	nn
<b>Herbizide</b>							
Cinidon-ethyl	0,1	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Fluazifop-butyl	0,1	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Monolinuron	0,05	nn	nn	nn	nn	nn	nn

\*) Keine Rückstandshöchstmenge festgesetzt

HE = Hersbrucker Spät  
 SE = Spalter Select  
 HT = Hallertauer Tradition  
 NB = Northern Brewer  
 TU = Hallertauer Taurus  
 HM = Hallertauer Magnum

## 7.9.2 Beurteilung der Ergebnisse

Wie in den zurückliegenden Jahren wurden trotz der außergewöhnlichen Umweltbedingungen auch bei den Rückstandsuntersuchungen der Ernte 2003 im Hopfen nur wenige Wirkstoffe analytisch nachgewiesen. Die Werte liegen in allen Fällen deutlich unter den gesetzlich zugelassenen Höchstmengen nach der Rückstandshöchstmengen-Verordnung in der gültigen Fassung (Tabelle 7.7).

## 7.9.3 Zusammenfassung

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

**Tabelle 7.7: Rückstandssituation bei Hopfen der Ernte 2003**

Wirkstoff (Handelsname)	Häufigkeit	ppm min.- max.	ppm Höchstmenge	ppm US Toleranz
Azoxystrobin (Ortiva)	2	0,32 - 1,5	20	20
Captan (Folpet)	3	0,85 - 25,5	120	120
Kupferverbindungen (z.B. Funguran)	6	130 - 469	1000	ex.
Myclobutanil (Systhane 6W)	1	1,8	2,0	5
Triadimenol (Bayfidan)	2	1,3 - 3,9	10	-
Trifloxystrobin (Flint)	2	1,3 - 2,7	30	11
Cyfluthrin (Baythroid 50)	2	0,27 - 1,4	20	20
Imidacloprid (Confidor WG 70)	4	0,10 - 0,15	2,0	6

ex. = exempt

### 7.10 Kontrolle der Sortenechtheit

Die Überprüfung der Sortenechtheit für Lebensmittelüberwachungsbehörden ist eine Pflichtaufgabe des Arbeitsbereichs.

Sortenüberprüfungen für die Lebensmittelüberwachungsbehörden (Landratsämter)

23

davon Beanstandungen

0

## 8 Veröffentlichungen

Engelhard, B. (2003): Pesticide residues in hop – every risk for beer production and for the consumers can be excluded. – EBC-Symposium, 26.-28.01.2003, Brüssel, in „handouts of slide presentation“.

Engelhard, B. (2003): Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen – Jedes Risiko für die Bierproduktion und für die Verbraucher kann ausgeschlossen werden. – 36. Technologisches Seminar Weihestephan, 24./29.01., 05./11.02.2003, Handbuch.

Engelhard, B. (2003): Witterungsextreme als Ursache für die schlechte Hopfenernte 2003. – Brauwelt **143**(38): 1167; Hopfen-Rundschau **54**(10): 259; Hopfen-Rundschau International 2003/2004: 35

Engelhard, B. (2003): Pflanzenschutzmittel-Rückstände im Hopfen – jedes Risiko für die Bierproduktion und für die Verbraucher kann ausgeschlossen werden. – Hopfen-Rundschau International 2003/2004: 53-59

Engelhard, B., Huber, R. (2003): Pflanzenschutz im Hopfen – es wird nicht einfacher. – Hopfen-Rundschau **54**(3): 60-62

Engelhard, B., Huber, R., Meyr, G. (2003): Pflanzenschutz im Hopfen nur noch mit „verlustmindernder“ Pflanzenschutztechnik . – Hopfen-Rundschau **54**(5): 114-120

Lutz, A. (2003): Verhinderung von Verbisschäden an Junghopfen durch Hasen. – Hopfen-Rundschau **54** (3): 63

Lutz, A., Kammhuber, K., Kneidl, J., Petzina, C. (2003): Bonitierung und Ergebnisse für die Deutsche Hopfenausstellung 2003. – Hopfen-Rundschau **54**(12): 296-300

Münsterer, J. (2003): Optimale Konditionierung des Hopfens. Hopfen-Rundschau **54**(4): 83-85

Niedermeier, E. (2003): Gezielte Stickstoffdüngung des Hopfens nach DSN. – Hopfen-Rundschau **54**(2): 42

Niedermeier, E. (2003): Spritzenprüfung für Gebläsespritzen ist Pflicht. – Hopfen-Rundschau **54**(4): 98

Niedermeier, E. (2003): Nmin-Untersuchung 2003. – Hopfen-Rundschau **54**(5): 125-126

Niedermeier, E. (2003): Peronosporabekämpfung: Planen Sie Ihren Mitteleinsatz. - Hopfen-Rundschau **54**(6): 142

Niedermeier, E. (2003): Hopfenstöcke in stillgelegten Hopfengärten abtöten bzw. roden. – Hopfen-Rundschau **54**(6): 146.

Niedermeier, E. (2003): Pflanzenstandsbericht aus dem Anbaugebiet Hallertau. - Hopfen-Rundschau **54**(6): 150

Niedermeier, E. (2003): Aktuelle Hopfenbauhinweise. – Hopfenbau-Ringfax Nr. 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20.

Niedermeier, E. (2003): Aktuelles zum Pflanzenschutz. – Hopfenring/ER-Information 10.04.2003.

- Niedermeier, E. (2003): Pflanzenstandsbericht. – Hopfen-Rundschau **54**(7): 176, (8): 203, (9): 237
- Portner, J. (2003): Mehltau gezielt bekämpfen. – Hopfen-Rundschau **54**(7): 168
- Portner, J. (2003): Einsatz der Gründüngung. – Hopfen-Rundschau **54**(7): 170
- Portner, J. (2003): Vermeidung von Gewässerverunreinigung. – Hopfen-Rundschau **54**(8): 196
- Portner, J. (2003): Kostenfreie Rücknahme von Pflanzenschutz-Verpackungen. – Hopfen-Rundschau **54**(8): 198
- Portner, J. (2003): LOR J. Portner tritt Nachfolge von LD G. Roßbauer an. – Hopfen-Rundschau **54**(8): 202
- Portner, J. (2003): Optimale Trocknung und Konditionierung. – Hopfen-Rundschau **54**(8): 204
- Portner, J. (2003): Rebenhäcksel baldmöglichst ausbringen. – Hopfen-Rundschau **54**(8): 208
- Portner, J. (2003): Aktuelle Hopfenbauhinweise. – Hopfenbau-Ringfax 22, 23, 24, 25, 27, 28, 30, 32, 34, 36, 39.
- Portner, J. (2003): Aktuelles zum Pflanzenschutz. – Hopfenring/ER-Information 17.07.2003.
- Portner, J. (2003): Fachkritik zur Hopfenschau Moosburg 2003. – Hopfen-Rundschau **54**(10): 255-259
- Portner, J. (2003): Trockenschäden-Liquiditätshilfeprogramm; EDV-Schulung Hopfenschlagkartei. – Hopfenbau-Ringfax 44.
- Portner, J. (2003): Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln. Bildungsprogr. Landw; - Hopfenbau-Ringfax 45.
- Portner, J. (2003): Schlagkarteiauswertung; Zulassungsende von Pflanzenschutzmitteln. – Hopfenbau-Ringfax 46.
- Radic-Miehle, H., Seigner, E. (2003): Genetic engineering in hops – In: Proceedings of the Scientific Commission of the International Hop Growers' Convention, Dobrna-Žalec, Slovenia, 24-27 June 2003 (E.Seigner ed.): 120
- Roßbauer, G., Janscheck, T. (2003): Entwicklung verbesserter Verfahren beim Anbau des Hopfens in Niedrigerüstanlagen. – Hopfen-Rundschau **54** (3): 56-60
- Seefelder, S., Seigner, E. (2003): Molecular markers for powdery mildew (*Sphaerotheca humuli*) resistance in hops – In: Proceedings of the Scientific Commission of the International Hop Growers' Convention, Dobrna-Žalec, Slovenia, 24-27 June 2003 (E.Seigner ed.): 8-11

Seigner, E., Engelhard, B., Felsenstein, F. (2003): Ab wann muss Echter Mehltau im Hopfengarten bekämpft werden? Laboruntersuchungen mit Hopfen unterstützen die Praxis. – Hopfen-Rundschau **54**(4): 86-87

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

Weihrauch, F. (2003): Entwicklung einer Bekämpfungsschwelle für die Gemeine Spinnmilbe *Tetranychus urticae* KOCH, 1836 (Acari, Tetranychidae) in der Sonderkultur Hopfen. Logos-Verlag, Berlin. 109pp.

Weihrauch, F. (2003): Praxisnaher Einsatz von *Typhlodromus pyri* zur Kontrolle von *Tetranychus urticae* in der Sonderkultur Hopfen: Probleme und Perspektiven (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). - Phytomedizin **33**(1): 39-40

Weihrauch, F., Moreth, L. (2003): Behaviour and population development of the damson-hop aphid on two hop cultivars of different susceptibility. - In: Proceedings of the Scientific Commission of the International Hop Growers' Convention, Dobrna-Žalec, Slovenia, 24-27 June 2003 (E.Seigner ed.): 36-40

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

waren im Jahre 2003 tätig:

**IPZ 5 – Arbeitsbereich Hopfen -**

**Koordinator: Engelhard Bernhard**

Biederer Hildegard	bis 31.05.03
Dandl Maximilian	
Escherich Ingeborg	
Fischer Maria	
Hock Elfriede	
Maier Margret	
Mauermeier Michael	
Pflügl Ursula	
Presl Irmgard	
Reischl Helga	
Suchostawski Christa	
Waldinger Josef	
Weiber Johann	

**IPZ 5a**

**Arbeitsgruppe: Hopfenbau, Produktionstechnik,**

<b>Roßbauer Georg</b>	bis 31.03.03
<b>Portner Johann</b>	ab 01.07.03

Heilmeier Rosa  
Münsterer Jakob  
Niedermeier Erich

**IPZ 5b**

**Arbeitsgruppe: Pflanzenschutz im Hopfenbau**

**Engelhard Bernhard**

Ehrenstraßer Olga  
Hesse Herfried  
Huber Renate  
Meyr Georg  
Dr. Weihrauch Florian

## **IPZ 5c**

### **Arbeitsgruppe: Züchtungsforschung Hopfen**

#### **Dr. Seigner Elisabeth**

Bauer Petra bis 30.06.03

Haugg Brigitte

Hartberger Petra

Kneidl Jutta

Logothetis Luise ab 01.08.03

Lutz Anton

Mayer Veronika

Dr. Radic-Miehle

Dr. Seefelder Stefan

## **IPZ 5d**

### **Arbeitsgruppe: Hopfenqualität und –analytik**

#### **Dr. Kammhuber Klaus**

Neuhof-Buckl Evi

Petzina Cornelia

Weihrauch Silvia

Wyschkon Birgit

## Impressum

**Herausgeber:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
Hüll 5 1/3, 85283 Wolnzach  
Internet: <http://www.LfL.bayern.de>



**Redaktion:** Abteilung Information, Wissensmanagement,  
SG Öffentlichkeitsarbeit  
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising, Telefon: 08161/71-4092

**Bearbeitung:** Arbeitsbereich Hopfen

**Anschrift:** Hüll 5 1/3, 85283 Wolnzach

**Telefon:** 08442/9257-0

**Druck:** Kastner

1. Auflage, 2004

©LfL