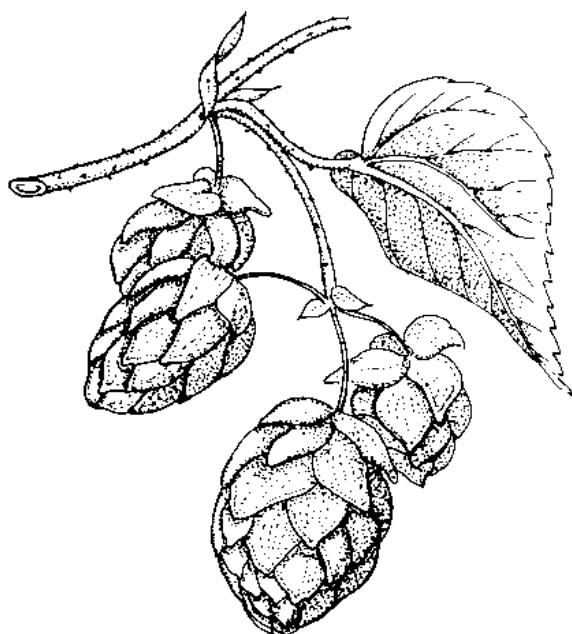


# **Jahresbericht 2004**

## **Sonderkultur Hopfen**



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

**April 2005**



# **LfL-Information**

## V o r w o r t

Heute werden auf mehr als 70 Prozent der deutschen Hopfenanbaufläche Sorten aus dem Hopfenforschungszentrum Hüll angebaut. Hüller Aromasorten wie Perle oder Hallertauer Tradition und Hüller Bittersorten wie Hallertauer Magnum oder Hallertauer Taurus - um nur einige zu nennen - werden wegen ihrer Aromaqualität bzw. ihrem hohen Alphasäuregehalt von Brauern in über 100 Ländern der Welt geschätzt. Außerdem überzeugen die Hüller Zuchtsorten durch ihre breite Widerstandsfähigkeit gegenüber den wichtigsten Hopfenkrankheiten. So wird heute Qualitätshopfen in Deutschland nicht nur wirtschaftlich sondern auch umweltverträglich produziert.

Die Sorte Hallertauer Magnum ist mit über 5.200 Hektar Anbaufläche im Jahre 2004 die mit Abstand größte Zuchtsorte weltweit.

Auch die von der Gesellschaft für Hopfenforschung neu eingeführten Sorten Smaragd, Opal und Herkules zeigen die für Hallertauer Sorten typischen Eigenschaften: hoher Ertrag, breite Krankheitsresistenz und ausgezeichnete Brauqualität. Die beiden neuen Aromasorten bieten eine hervorragende Aromaqualität, die sich von den zurzeit verfügbaren Sorten deutlich unterscheiden und den Brauern die Möglichkeit geben, ihren Bieren einen speziellen Charakter zu verleihen. Die Hochalphasorte Herkules zeichnet sich vor allem durch einen sehr hohen Ertrag bei guter Brauqualität aus. Eine siebenfache Steigerung der Produktivität bei Herkules gegenüber den Landsorten Hallertauer Mittelfrüher und Hersbrucker belegt den enormen Züchtungsfortschritt am Hopfenforschungszentrum Hüll (s. 4.1.6 des Berichtes).

Durch die Hüller Forschungsarbeiten wurden auch die Pflanzenschutzmaßnahmen kontinuierlich verbessert. Seit Mitte der 70er Jahre des letzten Jahrhunderts stehen krankheitstolerante oder resistente Hopfensorten zur Verfügung, die auch den wichtigsten Krankheiten Welke, Mehltau und Peronospora trotzen.

Weniger Pflanzenschutzmittel, höhere Produktivität, beste Brauqualität und die daraus resultierende Wettbewerbsfähigkeit der neuen Hüller Sorten auf dem Weltmarkt sind Erfolge einer kontinuierlichen Forschung. Davon profitieren Brauereien und Pflanzler gleichermaßen.

Von den insgesamt knapp 250 Mitgliedern der Gesellschaft für Hopfenforschung sind der überwiegende Teil Brauereien und Brauereiverbände. Die anhaltende Konzentration in der Branche sowie die unerwartete Biersteuererhöhung für kleine und mittlere Brauereien machen es zunehmend schwieriger, diese Position zu erhalten. Die Pflanzler dagegen machen weniger als 10 Prozent der Mitglieder aus. Diese Lücke gilt es zu schließen.

„Die Hopfenforschung in Hüll ist die Grundlage für unsere Wettbewerbsfähigkeit am Welt-hopfenmarkt“. Mit dieser Feststellung ermunterte der Präsident des Deutschen Hopfenpflanzerverbandes Dr. Johann Pichlmaier seine Pflanzerkollegen, durch den Erwerb der Mitgliedschaft bei der Gesellschaft für Hopfenforschung die in Hüll bestens funktionierende Kooperation mit der Landesanstalt für Landwirtschaft finanziell zu unterstützen, vor allem aber dem Kooperationspartner Freistaat Bayern zu signalisieren wie sehr ihnen die Aufrechterhaltung der Hopfenforschung im bisherigen Umfang am Herzen liegt.

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

Dr. Peter Doleschel  
Leiter des Instituts für  
Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

**Vorwort**

<b>1</b>	<b>Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen .....</b>	<b>6</b>
1.1	Laufende Forschungsvorhaben .....	6
1.2	Forschungsschwerpunkte .....	15
1.2.1	Forschungsschwerpunkte Züchtung.....	15
1.2.2	Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik .....	16
1.2.3	Forschungsschwerpunkte Hopfenqualität und Analytik .....	19
<b>2</b>	<b>Witterung 2004 .....</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>Statistische Daten zur Hopfenproduktion .....</b>	<b>22</b>
3.1	Anbaudaten .....	22
3.1.1	Struktur des Hopfenbaus .....	22
3.1.2	Hopfensorten .....	27
3.2	Ertragssituation im Jahre 2004.....	28
3.2.1	Hopfenvermarktung 2004 .....	32
3.2.2	Welthopfenmarkt.....	32
<b>4</b>	<b>Züchtungsforschung Hopfen.....</b>	<b>35</b>
4.1	Praktische Hopfenzüchtung .....	35
4.1.1	Kreuzungen 2004 .....	35
4.1.2	Ergebnisse der Sämlingsprüfungen.....	35
4.1.3	Ergebnisse der Stammesprüfungen.....	37
4.1.4	Ergebnisse der Hauptprüfungen.....	41
4.1.5	Ergebnisse der Praxisanbauprüfungen .....	42
4.1.6	Neue Zuchtsorten des Hopfenforschungszentrums Hüll.....	46
4.2	Biotechnologie .....	48
4.2.1	Erarbeitung einer effektiven Methode zur Erzeugung pilzresistenter Hopfen über Gentransfer.....	48
4.3	Genomanalyse .....	51
4.3.1	Identifizierung von Mehltaresistenzmarkern .....	51
4.3.2	Analyse von QTLs für $\alpha$ -, $\beta$ -Säure, Cohumulon, Xanthohumol und Ertrag .....	52
4.3.3	Praktische Anwendung der Genomanalyse in der Züchtung, Vermehrung und Hopfenwirtschaft.....	53
<b>5</b>	<b>Hopfenbau, Produktionstechnik.....</b>	<b>54</b>
5.1	Nmin-Untersuchung 2004.....	54

5.2	Anfall, Raumgewicht und Nährstoffgehalt von Rebenhäckseln zum Zeitpunkt der Ausbringung.....	56
5.3	Benetzungsversuche zur Optimierung der Applikationstechnik bei Sprühgeräten .....	57
5.4	Hopfenputzen durch Abflammen.....	59
5.5	Hopfenputzen mit Reglone und verschiedenen Netzmitteln.....	61
5.6	Auftreten und Bekämpfung des Maiszünslers ( <i>Ostrinia nubilalis</i> ) im Hopfen.....	63
5.7	Entwicklung eines EDV-Wasserhaushaltsmodells zur Bewässerungssteuerung im Hopfen .....	68
5.8	Aufleitversuche mit zwei- bzw. drei Reben bei den Sorten Hallertauer Taurus und Saphir .....	69
5.9	Ermittlung des optimalen Erntezeitpunktes bei den Sorten Hallertauer Mfr. und Saphir .....	71
5.10	Optimale Konditionierung von Hopfen .....	75
5.11	Dokumentation und Auswertung mit der Bayerischen Hopfenschlagkartei (HSK).....	78
5.12	Beratungs- und Schulungstätigkeit .....	78
5.12.1	Informationen in schriftlicher Form.....	79
5.12.2	Internet und Intranet.....	79
5.12.3	Telefonberatung und Ansagedienste.....	79
5.12.4	Führungen, Schulungen und Versammlungen .....	79
<b>6</b>	<b>Pflanzenschutz im Hopfenbau .....</b>	<b>81</b>
6.1	Schädlinge und Krankheiten des Hopfens .....	81
6.2	Untersuchungen zur Epidemiologie des Echten Mehltaus ( <i>Sphaerotheca humuli</i> ) und zur Entwicklung eines Prognosemodells.....	83
6.2.1	Vorgaben für die Witterungsparameter zur Auslösung eines Spritzaufrufes.....	83
6.2.2	Spritzaufruf nach „vier“ (Vierer-Modell), „fünf“ (Fünfer-Modell) oder „sechs“ (Sechser-Modell) zusammenhängenden Tagesabschnitten für anfällige Sorten .....	84
6.2.3	Spritzaufruf nach „sechs“ (Sechser Modell) zusammenhängenden Tagesabschnitten für weniger anfällige Sorten.....	84
6.2.4	Vergleich von Ergebnissen aus Parzellenversuchen und dem „Fünfer Modell“ .....	85
6.2.5	Praxisversuche 2005 .....	88
6.3	Forschungsprojekt „Prüfung produktionstechnischer Maßnahmen für den ökologischen Hopfenbau“ .....	89
6.3.1	Zielsetzung .....	89
6.3.2	Einsatz und Etablierung von Raubmilben in Hopfengärten.....	89

6.3.3	Weiterentwicklung einer Methode zur Kontrolle der Gemeinen Spinnmilbe durch Leimbarrieren.....	91
6.3.4	Schaffung von Überwinterungsquartieren für Florfliegen im Hopfen.....	92
6.3.5	Anlockung von Florfliegen zur Blattlauskontrolle .....	93
6.3.6	Prüfung von Pflanzenschutzmitteln, die den Erzeugungsregeln für den Ökologischen Hopfenbau entsprechen.....	94
6.4	Entwicklung eines Einzelrebersprüngerates für die amtliche Mittelprüfung im Hopfen.....	97
6.5	Virusfreies Pflanzgut.....	99
<b>7</b>	<b>Hopfenqualität und –analytik .....</b>	<b>100</b>
7.1	Allgemeines .....	100
7.2	Zuchtprogramme .....	100
7.2.1	Zuchtprogramm Aromasorten.....	100
7.2.2	Zuchtprogramm Bittersorten.....	100
7.3	Welthopfensortiment.....	103
7.4	Ringanalysen zur Ernte 2004 .....	109
7.5	NIR - Nahinfrarot Reflexionsspektroskopie .....	114
7.6	Differenzierung einer Auswahl des Welthopfensortiments und der Hüller Zuchtsorten nach $\alpha$ -Säuren und Polyphenolen und der Einfluss dieser Inhaltsstoffe auf die Bierqualität.....	116
7.7	Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen der Ernte 2004.....	120
7.7.1	Probenauswahl .....	120
7.7.2	Beurteilung der Ergebnisse .....	123
7.7.3	Zusammenfassung.....	123
7.8	Kontrolle der Sortenechtheit .....	124
<b>8</b>	<b>Veröffentlichungen.....</b>	<b>125</b>

# 1 Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen

## 1.1 Laufende Forschungsvorhaben

### Wildhopfen – neue genetische Ressourcen für die Mehлтаuresistenzzüchtung

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

#### Ziel

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

#### Ergebnisse

- Seit 2001 wurden über 10 000 Wildhopfen im Gewächshaus und im Labor auf ihre Mehлтаuresistenz hin geprüft. Zum Test im Gewächshaus wurden Mehлтаurassen eingesetzt, die das Virulenzspektrum der in der Hallertau vorherrschenden Mehлтаupopulationen (mit den Virulenzgenen v3, v4, v6, vB) repräsentieren. Im Labor wurde die Reaktion der Wildhopfen gegenüber einem englischen Mehлтаuisolate vom v1, v2-Virulentyp untersucht.
- Bis 2003 konnten 96 Wildhopfen ausselektiert werden, die sich gegenüber allen bisher zur Prüfung im Gewächshaus und im Labor eingesetzten Mehлтаurassen (v1, v2, v3, v4, v6, vB) als resistent erwiesen hatten. Auch 2004 konnte für diese Hopfenpflanzen ihre Mehлтаuresistenz im Gewächshaus und im Freiland bestätigt werden.
- Bei der Resistenzprüfung 2004 wurden sehr viele Wildhopfen mit amerikanischem Ursprung geprüft. Die meisten Pflanzen aus den USA zeigten zwar im Labor keinen Befall, im Gewächshaus entwickelten sich jedoch auf fast allen Pflanzen Mehлтаupusteln.
- 20 aus Deutschland stammende, 2004 zum ersten Mal getestete Wildhopfen bewiesen zwar im Gewächshaus Resistenz, zeigten aber hohe Anfälligkeit im Labortest gegenüber den Mehлтаustämmen des v1- und v2-Types, die in England und den USA schon weit verbreitet sind.

- Die entscheidende Aussagen, ob neue Resistenzträger im Wildhopfenpool gefunden werden, kann erst im Sommer 2005 getroffen werden, wenn das Screening im Labor mit dem Mehltausolat des v5-Virulentypes abgeschlossen ist.

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

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
<b>Finanzierung:</b>	Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten
<b>Projektleiter:</b>	ORRin Dr. E. Seigner
<b>Bearbeiter:</b>	Dr. H. Radic-Miehle, P. Hartberger
<b>Laufzeit:</b>	01.11.2001- 31.12.2004

### **Ziel**

Ziel des zum 01.11.2001 begonnenen Forschungsvorhabens ist die Etablierung einer effizienten Transformationsmethode für den Gentransfer bei Hopfen. Nach Etablierung der Transformationstechnik für bedeutende Hüller Hopfensorten sollen letztendlich Resistenzgene, insbesondere gegen pilzliche Erreger, in den Hopfen übertragen werden.

### **Ergebnisse**

- Internodien der Hüller Hopfensorten 'Hallertauer Mittelfrüh' und 'Saazer' wurden mit vier binären Konstrukten, die ein Hopfenchitinase-Resistenz-Gen (= HCH1, nach Henning und Moore, 1999) enthalten, mehrfach erfolgreich transformiert.
- Es konnten bei beiden Sorten Pflanzen regeneriert und selektiert werden. Bei der Hopfensorte 'Saazer' wurden mehrere der auf Kanamycin selektierten Pflanzen mittels PCR (= auf DNA-Ebene) bereits als positiv, also als resistent, getestet und in das S1-Gewächshaus überführt. Für die Sorte 'Hallertauer Mittelfrüh' sollen vergleichbare Tests in Kürze folgen.
- In weiteren Tests sollte die Aktivität des übertragenen Resistenz-Gens auf Protein- bzw. Merkmalsebene nachgewiesen werden: Dazu mussten Methoden zur Überprüfung der Chitinase-Aktivität unter Laborbedingungen (SDS-PAGE, Chitinase-Isolation und -Immuno-Assay) etabliert werden:
  - beim 'chitin binding assay' mit anschließender SDS-PAGE konnten die transgenen Pflanzen nicht eindeutig von den Positiv- und Negativkontrollen unterschieden werden.
  - bei ersten Infektionstests mit Mehltau an *in vitro*-Pflanzen wurden im Petrischalen-Maßstab erste resistente, teilweise resistente und anfällige Genotypen der Sorte 'Saazer' ausfindig gemacht.

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

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

### **Ergebnisse**

- Im Zuge des vorliegenden Projektes konnte erstmals ein Resistenzgen auf einer genetischen Karte bei Hopfen kartiert werden. Es handelt sich um das Mehltaresistenzgen *R2* der Sorte 'Wye Target'. Grundlage dieser Kartierung ist eine spaltende Population aus der Kreuzung der Zuchtstämme 84/8/24(*R2*) x 98/44/49.
- Über künstliche Infektion mit einem definierten Mehltausolat wurden zunächst die phänotypischen Resistenzdaten der *R2*-Kartierpopulation gewonnen.
- Bei dem anschließenden molekularen Screening der jeweiligen resistenten und anfälligen Pflanzen konnten bislang mehrere Resistenzmarker identifiziert werden. Vor allem ist es gelungen, 6 sehr eng mit dem Resistenzgen gekoppelte Marker zu identifizieren. Zwei flankierende Marker konnten mit einem Abstand von 1,7 und 1,6 cM vom *R*-Gen identifiziert werden.
- Alle bislang identifizierten Mehltaresistenzmarker konnten an insgesamt 4 Kartierpopulationen mit je 120 Pflanzen verifiziert werden.
- Momentan wird neben der weiteren Verifizierung dieser Marker im Zuchtmaterial auch die gemeinsame Verrechnung der Daten aller Kartierpopulationen forciert.



## 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:** 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

- Grundlage für dieses Projektes ist eine Kartierpopulation aus der Kreuzung 'Spalter Select' x männlicher Hüller Zuchtlinie 93/9/47. Diese Kartierpopulation besteht aus 139 weiblichen Pflanzen. Über Fingerprintanalysen wurde überprüft und abgesichert, dass alle Pflanzen der Kartierpopulation (150 Pflanzen) und die 3 Wiederholungen von jedem Genotyp am korrekten Standorten eingepflanzt worden waren.
- Es wurde damit begonnen, von diesen in mehreren Wiederholungen ausgepflanzten Genotypen, erstmals verschiedene phänotypische Merkmale zu erfassen.
- Im Versuchsjahr 2004 wurden an den standardisierten Versuchsanlagen in Hüll und Rohrbach je 556 Hopfenmuster beerntet. Auch 2004 hat sich die für das Projekt mittlerweile standardisierte Maschinenpflücke von Einzelreben bewährt.
- Von insgesamt 1112 Hopfenmustern wurden wichtige phänotypische Daten gewonnen.
- Für die geplante QTL-Verrechnung wurden innerhalb der Kartierpopulation bislang ca. 600 spaltende molekulare Marker identifiziert. Diese Marker bilden die Basis für eine genetische Karte.
- Die für die Verrechnung notwendigen chemischen Daten werden momentan über die Analyse aller Hopfenproben gewonnen.

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

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
- Finanzierung:** Busch Agricultural Resources International, Inc. (BARI); DOW Agro Sciences
- Projektleiter:** Ltd. LD B. Engelhard
- Bearbeiter:** Bernhard Engelhard, Dr. Klaus Kammhuber, Renate Huber, Herfried Hesse, Stefan Fuß
- Laufzeit:** 2003 – 2006
- Ziele:**
1. Bestimmung der Hauptinfektionsperioden (Primär- und Sekundärinfektion)
  2. Entwicklung eines Prognosemodells zur gezielten Bekämpfung des Echten Mehltaus

### Ergebnisse:

1. Vergleich von Witterungsparametern mit der Befallsstärke von Mehltau in Parzellenversuchen, 1997 – 2004

Gegenüber den Vorgaben aus der Vegetationsperiode 2003 gab es nach Auswertung der Daten von 1997 – 2004 leicht veränderte Werte:

Temperatur		
5.01 – 20.00 Uhr	$\varnothing > 10 \text{ }^\circ\text{C}$	
20.01 - 5.00 Uhr	$\varnothing > 10 \text{ }^\circ\text{C}$	
Sonnenscheinintensität		
5.01 – 20.00 Uhr	$\Sigma < 4.000 \text{ Wh/m}^2$	
Niederschlag		
5.01 – 20.00 Uhr	$\Sigma > 1 \text{ mm}$ oder > 5 mm in Nacht vorher	
20.01 - 5.00 Uhr	$\Sigma < 0,1 \text{ mm}$ oder > 1 mm am Tag vorher	

Die Tage sind in zwei Abschnitte eingeteilt. Wenn zusammenhängend fünf Tagesabschnitte zutreffen, in denen die Bedingungen erfüllt sind, wird ein Spritzaufruf ausgelöst. Es wird darauf hingewiesen, dass es sich immer noch um vorläufige Ergebnisse handelt, die noch in Praxis überprüft werden müssen.

2. Bekämpfungstermin

Die Termine für die Spritzaufufe geben einen logischen Zusammenhang mit dem Befall in den einzelnen Jahren. Nach jetzigem Stand der Auswertung sind nach einem Spritzaufruf noch zwei bis fünf Tage Zeit, bis eine Bekämpfung durchgeführt werden muss. Da die Hopfengärten unmittelbar nach einem Aufruf häufig nicht befahren werden können, wäre diese Vorgabe von großem Vorteil.

### Literatur:

Fuß, S. (2004): Überprüfung des witterungsgestützten Prognosemodells für das Auftreten des Echten Mehltaus im Hopfen – Diplomarbeit, 100 Seiten.

## Prüfung produktionstechnischer Maßnahmen für den ökologischen Hopfenbau

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

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

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

**Bearbeiter:** Dr. F. Weihrauch, M. Felsl, M. Fischer, A. Neuhauser

**Laufzeit:** 01.04.2002 – 31.03.2005

**Ziele:** 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 dritten und letzten Projektjahr 2004 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* und *Phytoseiulus persimilis* in je vier Parzellen) aus einer kommerziellen Zucht in Tüten mit jeweils etwa 100 Stück (insgesamt ca. 16.000 Stück) am 17.06. punktuell an jeder siebten Pflanze ausgebracht und die weitere Spinnmilben- (*Tetranychus urticae*) und Raubmilbenentwicklung im Bestand wöchentlich bonitiert. Am 01.07. erfolgte eine zweite punktuelle Ausbringung von Raubmilben zentral in den Parzellen (ca. 16.000 Stück); insgesamt wurden somit durchschnittlich 40 Tiere pro Pflanze freigelassen. Anders als in den beiden Vorjahren war 2004 der gewünschte Effekt der Spinnmilbenkontrolle erstmals nachweisbar, da sich die Raubmilbenparzellen bis zur Ernte in ihrem Spinnmilbenbefall deutlich erkennbar von den unbehandelten unterschieden. Auch konnten bei den Bonituren mit 1.632 Raubmilben mehr als das Zwölffache als 2003 wiedergefunden werden. Eine am 28.08. durchgeführte Versuchsernte ergab dann auch im Vergleich zum praxisüblich mit Akarizid behandelten Restgarten keinerlei signifikanten Ertragsunterschiede in den Raubmilbenparzellen. Hinsichtlich des Alpha-Säuren-Gehaltes lagen die Werte in den Versuchspartellen sogar signifikant über der Praxis, was als weiterer Beleg für die Tatsache dienen kann, dass leichter Spinnmilbenbefall bis zur Schadschwelle die Hopfenpflanzen zu höherer Alpha-Säuren-Produktion anregt.

An den Hopfensäulen wurden vor der Ernte wiederum Filzbänder als Überwinterungsquartier für Raubmilben angebracht und jeweils eine Säulenaufleitung bis in den Winter hängen gelassen. Bei der Auswertung der Filzbänder aus konnten wie in den Vorjahren keine überwinterten Raubmilben nachgewiesen werden. Allerdings konnte bei den Bonituren in den mit dem Vorjahr identischen Raubmilbenparzellen im Frühjahr 2004 bereits vor den Freilassungsterminen die Nützlinge flächendeckend auf niedrigem Niveau nachgewiesen werden – der bislang erste Beleg für eine erfolgreiche Etablierung der Tiere in Hochgerüstanlagen.

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 wiederum deutlich unter der unbehandelten Variante, unterschied sich nicht signifikant vom Praxis-Ertrag und hatte ebenfalls signifikant höhere Alpha-Säuren-Werte. Der Einsatz des schleppergeheizten Applikationsgerätes für die Ausbringung des Leims erfolgte technisch auch großflächig wiederum ohne Probleme.

Aufgrund der schlechten Ergebnisse der beiden Vorjahre wurde 2004 bei der **Anlockung von Florfliegen zur Blattlauskontrolle** auf die Applikation von „künstlichem Honigtau“ verzichtet. Dafür wurden an fünf Standorten im Frühjahr Insektenfallen etabliert, die mit verschiedenen Duftstoffen (Kairomonen) geködert waren. Die Fallen hingen 16 Wochen lang bis nach der Ernte, wurden wöchentlich geleert und die Fänge an Florfliegen und Schwebfliegen ausgewertet. Dabei ergab sich für die Florfliegenart *Peyerimhoffina gracilis* eine hoch signifikante Lockwirkung durch die Substanzen (1R,4S,4aR,7S,7aR)-Dihydro-nepetalactol und Nepetalacton. Für das eigentliche Zielobjekt dieser Versuche, die als Prä-dator weit verbreitete *Chrysoperla carnea*, konnte bislang jedoch noch kein Kairomon als Attraktans gefunden werden.

Die **Schaffung von Überwinterungsquartieren für Florfliegen im Hopfen** ist wie in den Vorjahren als Erfolg zu bezeichnen. Ende August wurden an den Standorten Ursbach und Buch in den Versuchsgärten 32 speziell konzipierte "Florfliegenhotels" vor der Ernte an die Hopfensäulen gehängt bzw. in Nähe des Hopfengartens (Ranken, kleine Waldlichtung) an 150 cm hohen Holzpflocken aufgestellt. Die Hotels wurden am 14.12. abgebaut und kühl und dunkel in einer Scheune zwischengelagert. Die bei der Abfassung des Berichtes noch nicht abgeschlossene Bestimmung und Zählung der darin überwinterten Arthropoden ergab vergleichbare Ergebnisse wie 2003/2004: Die mit Abstand größte Zahl überwinterner Florfliegen war mit bislang maximal 396 Tieren an den Hopfensäulen zu finden. Die Überwinterungsraten an den anderen Expositionsorten lagen wiederum deutlich darunter.

Der gezielte Einsatz dieses Potentials ergab bei der Öffnung der Hotels im Versuchsgarten im Mai 2004 allerdings keine erhöhte Eiablagerrate der Florfliegen-Weibchen am Hopfen. Obwohl dieses Jahr bei möglichst kühler und dunkler Lagerung noch viele Tiere in den Hotels saßen, scheinen sie bei der Freilassung zur Dispersion ins Umland zu neigen und bleiben – trotz bereits vorhandenem Blattlausbefall - offensichtlich nicht im Bestand.

Zur **Prüfung von Pflanzenschutzmitteln, die den Erzeugungsregeln für den Öko-Hopfenbau entsprechen**, wurden am Standort Ursbach zur Bekämpfung der Hopfenblattlaus (*Phorodon humuli*) zwei Großversuche mit jeweils drei Wiederholungen pro Versuchsglied angelegt. Getestet wurden die Produkte "Spruzit Neu", "NeemAzal T/S" als Spritz- und Streichvariante sowie "TRF-002", ein Quassia-Produkt mit Streichapplikation. Bei dem extremen Blattlausdruck des Versuchsjahres 2004 war die Wirkung aller untersuchter Mittel äußerst unbefriedigend, so dass die Versuche Ende Juni mit der betriebsüblichen Mischung aus selber gekochtem Quassia-Extrakt mit Kokosseifen überspritzt wurden, wodurch die Blattlauszahlen auf ein sehr niedriges Niveau reduziert werden konnten.

## **Entwicklung von Pflanzenschutzstrategien im ökologischen Hopfenbau als Alternativen zur Anwendung kupfer- und schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel**

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
- Finanzierung:** Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
- Projektleiter:** Ltd. LD Bernhard Engelhard
- Kooperation:** Bioland e.V.
- Bearbeiter:** M. Eckert, A. Bogenrieder, Dr. F. Weihrauch
- Laufzeit:** 01.04.2004 – 30.11.2006

**Ziel:** Bekämpfung der Krankheiten und Schädlinge im Öko-Hopfenbau ohne synthetische Pflanzenschutzmittel und Ersatz bzw. Reduzierung von kupfer- und schwefelhaltigen Produkten. Wirksame Produkte sollen zur Zulassung oder Genehmigung nach dem Pflanzenschutzgesetz kommen.

### **Ergebnisse:**

Die Prüfungen wurden in Hopfengärten der Betriebe G. Prantl, Ursbach und N. Eckert, Hershersdorf, anerkannte Bio-Betriebe, durchgeführt.

#### 1. Bekämpfung des Echten Mehltaus

Geprüft wurden: Molke, Kalium-Bicarbonat + Micula (Haftmittel), reacre (injiziert), Vergleichsmittel Schwefel.

Da auch in den unbehandelten Parzellen kein Echter Mehltau auftrat, konnte der Versuch nicht ausgewertet werden.

#### 2. Bekämpfung der Peronospora (Falscher Mehltau)

Prüfvarianten Frutogard, Molke, Kanne Brottrunk, Cuprozin, betriebseigene Mischung, Vergleichsmittel Funguran (Kupfer).

Bei sehr starker Primärfektion brachten Molke und Kanne-Brottrunk keine Wirkung. Cuprozin war unbefriedigend. Am 21.06. musste, um den Bestand noch zu retten, der Versuch abgebrochen werden und wurde einheitlich im Wechsel von betriebseigener Mischung und Kupfer behandelt.

Den schlechtesten Ertrag brachte die Variante „Molke“ mit 4,8 Zentner/ha, den besten Ertrag die betriebseigene Mischung mit 13,9 Zentner/ha.

#### 3. Blattlausbekämpfung

Prüfvarianten: Spruzit Neu, NeemAzal T/S gespritzt und gestrichen, Quassia-Extrakt, TRF-002 gestrichen.

Bei extrem starkem Befall konnten, mit Ausnahme von Spruzit Neu, gute Ergebnisse erzielt werden. Nur Spruzit Neu war, statistisch abgesichert, niedriger im Ertrag.

Überraschend war die gute Wirkung in den Streichvarianten.

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

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
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. Wyschkon, RR Dr. K. Kammhuber
- Laufzeit:** 01.11.2003 – 31.03.2005

**Ziel:** Ziel des Projektes 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. Mit dieser Methode wurde das gesamte in Hüll verfügbare Welthopfensortiment (insgesamt 118 Proben) untersucht. Außerdem wurde von diesen Proben der Gesamtgehalt der Polyphenole und Flavanoide bestimmt.

13 Sorten wurden ausgewählt, die sich hinsichtlich Cohumulon-, Adhumulon- und Polyphenolgehalt sehr stark unterscheiden. Von diesen Sorten wurden Sudversuche in der Versuchsbrauerei St. Johann gemacht. Eine erste Verkostung zeigte deutliche Unterschiede bei den Bieren. Weitere Verkostungen sollen erfolgen. Abschließend soll herausgearbeitet werden, welche Inhaltsstoffe einen bemerkbaren Einfluss auf die Bierqualität haben.

Ein Abschlussbericht und eine Veröffentlichung in einer Zeitschrift der Brauindustrie ist geplant.

## 1.2 Forschungsschwerpunkte

### 1.2.1 Forschungsschwerpunkte Züchtung

#### Züchtung von mehlttauresistenten 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

- 2004 wurden 108 spezifische Kreuzungen mit mehlttauresistenten Kreuzungspartnern im Aroma- bzw. Bitterstoffbereich durchgeführt.
- Prüfungen auf Mehlttauresistenz im Gewächshaus und Feld
  - Sämlinge aus den verschiedenen Zuchtprogrammen wurden nach künstlicher Inokulation mit vier verschiedenen Mehlttauisolaten auf ihre Resistenz hin gescreent. Hüller Sorten und 10 Fremdsorten sowie 41 Zuchtlinien wurden ebenso in diese Gewächshausprüfung miteingeschlossen.
  - Nur Individuen, die als resistent eingestuft wurden, wurden nach der Resistenzprüfung im Gewächshaus im Feldanbau unter natürlichen Infektionsbedingungen und ohne Fungizideinsatz (ca. 4000 Sämlinge pro Jahrgang) auf ihre Mehlttauresistenzigenschaften hin untersucht.
- Prüfung auf Mehlttauresistenz im Labor (Blattresistenztest)
  - Zur Zeit stehen 13 verschiedene Mehlttauisolate 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 Mehlttaurassen 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 Mehlttauisolate geprüft.
- Nur mit Hopfen, die in allen Tests Widerstandsfähigkeit gegenüber Echtem Mehltau zeigen, wird in der Züchtung weitergearbeitet.

## 1.2.2 Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik

### Entwicklung eines EDV-Wasserhaushaltsmodells zur Bewässerungssteuerung im Hopfen

**Projektleiter:** LOR J. Portner

**Bearbeiter:** LA J. Münsterer

**Kooperation:** Dr. P. Capriel, Institut für Agrarökologie, Ökol. Landbau und Bodenschutz, Freising  
Dr. T. Rötzer, Regenstauf

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines EDV-Wasserhaushaltsmodells, das den Wasserhaushalt des Hopfens (potentielle und tatsächliche Verdunstung, Interzeption, Bodenwassergehalt, Abfluss und Bewässerungsgaben) in täglichen Schritten aus meteorologischen Daten berechnet. Berücksichtigt wird dabei die Bodenart, die Phänologie des Hopfens und eine optionale Bewässerung.

Die Ermittlung der Bodenkennwerte und die wöchentlichen Messungen der Bodenwasserhalte an den Standorten Berg, Brunn und Eichelberg dienten der Kalibrierung und Validierung des Modells.

Als Ergebnis wurde ein einfaches DOS-Programm entwickelt, das den Wassergehalt der Hopfengärten an den 3 Standorten mit einem Fehler zwischen 3 und 6 % simulieren kann. Vor einer Praxiseinführung soll mit neuen Versuchsreihen eine weitere Kalibrierung und Validierung des Modells erfolgen und in einem Bewässerungsversuch an 2 Standorten untersucht werden, wo der optimale Bewässerungszeitpunkt liegt.

### Optimierung der Applikationstechnik bei Sprühgeräten

**Projektleiter:** LOR J. Portner

**Bearbeiter:** LA J. Münsterer

Pflanzenschutzprobleme mit der Bekämpfung von Schaderregern vor Erreichen der Gerüsthöhe und später im Gipfelbereich der Hopfenpflanzen haben die Diskussion hinsichtlich der Optimierung der Benetzung angeregt. Um Defizite bei der Verteilung des Spritzbelages zu lokalisieren, wurden Belagsmessungen an Hopfenblättern in unterschiedlichen Höhen mit wassersensitivem Papier gemacht. Die Quantifizierung der Benetzung erfolgte mit Hilfe eines Bilderfassungsgerätes (Scanlyzers).

Die ersten Ergebnisse bestätigen die Vermutung, dass mit den bisher empfohlenen Düsengrößen und Einstellungen eine gleichmäßige Verteilung der Spritzbrühe auf alle Pflanzenteile noch nicht ausreichend gegeben ist. V. a. die Gipfelregion und die Blattoberseiten werden nicht ausreichend benetzt. Unterschiede wurden auch zwischen verschiedenen Fabrikanten von Sprühgeräten bei gleicher Wassermenge und Fahrgeschwindigkeit festgestellt. Die Veränderung der Düsenbestückung und des Druckes brachte erste Erkenntnisse Richtung Optimierung der Applikationstechnik.



## **Untersuchungen zum Anfall, Raumgewicht und Nährstoffgehalt von Rebenhäckseln zum Zeitpunkt der Ausbringung**

**Projektleiter:** LOR J. Portner

**Bearbeiter:** LOR J. Portner, LA J. Münsterer

**Kooperation:** F. Peretzki, Institut für Agrarökologie, Ökol. Landbau und Bodenschutz, Freising

Für die Düngebedarfsermittlung muss die Rücklieferung von Nährstoffen aus organischen Materialien zum Zeitpunkt der Ausbringung angerechnet werden. Die Untersuchungen zum Zeitpunkt der Ausbringung sollen etwaige Veränderung der Menge des Rebenhäcksels und der Nährstoffgehalte durch die Heißrottephase berücksichtigen. Die Ermittlung des Raumgewichts erleichtert dem Landwirt die Abschätzung der ausgebrachten Menge und somit die Anrechnung der Nährstoffe bei der Düngung.

## **Ermittlung des optimalen Erntezeitpunktes bei den Sorten Hallertauer Mfr. und Saphir**

**Bearbeiter:** LOR J. Portner, LA A. Lutz

Die Sorte Hallertauer Mfr. gewann in den letzten Jahren wieder an Bedeutung und ist bereits viertgrößte Sorte in der Hallertau. Als neue Sorte wird in der Praxis auf 183 ha Saphir angebaut.

Um den optimalen Erntezeitpunkt in der Hallertau zu ermitteln, wurden aus einem Praxisbestand jeweils im Abstand von 3-4 Tagen in vierfacher Wiederholung 20 Aufleitungen geerntet. Die Beerntung erfolgte bei der Sorte Hallertauer Mfr. an 7, bei der Sorte Saphir an 5 Ernteterminen. Ausgewertet wurde hinsichtlich Ertrag, Alphasäuregehalt, Aroma und äußere Qualität (Pflücke, Farbe und Glanz, Zapfenwuchs und Mängel).

## **Untersuchungen zum Auftreten des Maiszünslers an Hopfen**

**Bearbeiter:** LA E. Niedermeier

**Kooperation:** Dipl. Ing. agr. (FH) S. Schinagl,  
Prof. Dr. Schuphan. Rheinisch Westfälische Technische Hochschule  
Aachen

Der Maiszünsler (*Ostinia nubilalis*) schädigt vorwiegend Maispflanzen, kann aber unter günstigen Bedingungen lokal in Hopfengärten wirtschaftliche Schäden anrichten (2002 im Jura). Um mehr über das Auftreten, die Entwicklung und Schadwirkung des Maiszünslers an Hopfen zu erfahren, wurden im Rahmen einer Diplomarbeit und in Zusammenarbeit mit der Technischen Hochschule Aachen umfangreiche Untersuchungen und Bonituren durchgeführt.

## **Aufleitversuche bei den Sorten Hallertauer Taurus und Saphir**

**Bearbeiter:** LA E. Niedermeier

Mit steigender Zahl der Reben pro Aufleitung erhöht sich der Arbeitszeitbedarf beim An- und Nachleiten sowie der Krankheitsdruck durch die dichte Belaubung. Für den wirtschaftlichen Erfolg ist aber nach wie vor das Ertragsoptimum von entscheidender Bedeutung. Die Aufleitversuche dienen dazu, bei den neueren Sorten die optimale Rebenzahl pro Aufleitung zu finden.

### 1.2.3 Forschungsschwerpunkte Hopfenqualität und Analytik

**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.

Im Jahr 2003 erwies sich die Kalibrierung als schlecht, da die Hopfen in diesem Jahr einen sehr niedrigen  $\alpha$ -Säuregehalt hatten. Durch Hinzufügen der Datensätze des Jahres 2003 konnte die Kalibrierung deutlich verbessert werden. Innerhalb der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA) wurde beschlossen, dass diese Methode dann für die Praxis geeignet ist und als analytische Methode für die Hopfenlieferungsverträge genutzt werden kann, wenn sie mindestens genauso exakt ist wie die konduktometrische Titration nach EBC 7.4.

## 2 Witterung 2004

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

Nach dem sehr trockenem Jahr 2003 wurden während der Wintermonate die Wasservorräte im Boden wieder aufgefüllt. Die notwendigen Winter- (Gerüstreparaturen und Aufhängen der Aufleitdrähte) und Frühjahrsarbeiten (Schneiden, Anleiten) konnten unter insgesamt guten Bedingungen durchgeführt werden, ohne die Bodenstruktur negativ zu beeinflussen. Überdurchschnittlich stark war der Befall durch Bodenschädlinge wie Liebstöckelrübler und Drahtwurm. Es fehlen hier grundsätzlich zugelassene wirksame Insektizide.

Die gesamte Vegetationsperiode war, mit Ausnahme von zwei Wochen im Juli, gekennzeichnet von unterdurchschnittlichen Temperaturen und einem Defizit bei den Niederschlägen. Landläufig besteht zwar der Eindruck eines verregneten Sommers; tatsächlich sind jedoch immer nur wenige Millimeter gefallen, die schnell wieder verdunstet sind.

Die Hopfenbestände konnten sich langsam entwickeln, so dass kurze Internodien (Abstände zwischen den Blattetagen) entstanden und insbesondere an den Seitenarmen und zusätzlich in den Blattachsen viele Blütenansätze gebildet wurden. Zur Blüte kam dann der notwendige Sonnenschein und jeweils im letzten Moment fielen auseichend Niederschläge (letzte Julidekade und Anfang August).

Der Blühbeginn verzögerte sich im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt um 8-10 Tage.

Die erste Augushälfte brachte beständiges und hochsommerliches warmes Wetter, jedoch weiterhin wenig Niederschlag.

Starke Gewitter und Stürme vom 12. – 14. August brachten ca. 120 ha Gerüstanlagen zum Einsturz und führten in vielen Anlagen zu Windschlag, d.h. die Dolden werden im äußeren Aussehen negativ durch Braunverfärbung beeinträchtigt. Die Erntereife wurde bei allen Sorten etwa eine Woche später als im Vorjahr erreicht. Zur Ernte selbst stellte sich trockene warme Witterung mit Temperaturen von über 20 °C ein.

Wie schon im Jahre 2002 wurde der südliche Bereich gegenüber der nördlichen Hallertau von der Witterung deutlich begünstigt. Hier fielen in den Monaten April bis September bis zu 90 mm mehr Niederschlag. Neben guten Erträgen wurden hier auch meist bessere Alpha-säurenwerte erzielt.

Die ständigen, wenn auch wenig ergiebigen Regenfälle, verbunden mit viel Wind, erschweren massiv die notwendigen Pflanzenschutzmaßnahmen. Während die Gemeine Spinnmilbe nur vereinzelt (in diesen Hopfengärten dann jedoch sehr stark) auftrat, kam der Zuflug der Hopfenblattlaus ungewöhnlich zeitig und stark; bis zu 200 geflügelte Blattläuse wurden auf den kleinen Gipfelblättern gezählt. Es war der stärkste Befall seit 1993. Durch rechtzeitige Bekämpfungsmaßnahmen und die Kombination von Pflanzenschutzmitteln konnte auch dieser Befallsdruck abgefangen werden.

Beim Falschen Mehltau, der Peronospora, führte das Vorkommen von Primärinfektionen, den sog. „Bubiköpfen“, bis Mitte Juli ständig zu Neuinfektionen. In Kombination mit der Witterung waren in diesem Jahr bei anfälligen Sorten sieben und bei toleranten Hüller Zuchtsorten sechs Spritzaufufe notwendig. Diese werte liegen über dem langjährigen Mittel. Echter Mehltau wurde nur ganz vereinzelt gefunden.

**Tabelle 2.1: Witterungsdaten (Monatsmittelwerte bzw. Monatssumme) vom Jahre 2004 im Vergleich zu den 10- und 50-jährigen Mittelwerten**

Monat		Temperatur in 2 m Höhe			Relat. Luftf. (%)	Niederschlag (mm)	Tage m. N'schlag >0,2 mm	Sonnenschein (Std.)
		Mittel (°C)	Min.Ø (°C)	Max.Ø (°C)				
Januar	2004	-1,3	-5,1	2,0	89,0	109,5	14,0	43,9
	Ø 10-j.	-1,0	-4,0	2,4	87,6	35,6	11,0	62,5
	50-j.	-2,4	-5,1	1,0	85,7	51,7	13,7	44,5
Februar	2004	1,7	-2,7	5,6	81,1	13,6	8,0	93,2
	Ø 10-j.	1,1	-3,2	6,0	82,8	36,5	11,4	99,8
	50-j.	-1,2	-5,1	2,9	82,8	48,4	12,8	68,7
März	2004	2,7	-2,4	8,4	80,7	47,1	6,0	162,2
	Ø 10-j.	4,7	0,3	9,8	78,8	65,9	15,1	135,2
	50-j.	2,7	-2,3	8,2	78,8	43,5	11,3	134,4
April	2004	9,3	2,9	15,9	74,2	49,7	11,0	218,5
	Ø 10-j.	7,8	2,4	13,5	74,1	61,4	11,0	162,0
	50-j.	7,4	1,8	13,3	75,9	55,9	12,4	165,0
Mai	2004	11,3	4,7	17,3	72,3	63,2	10,0	192,4
	Ø 10-j.	13,8	7,7	20,0	72,0	78,9	12,1	214,5
	50-j.	11,9	5,7	17,8	75,1	86,1	14,0	207,4
Juni	2004	15,7	9,0	22,1	72,6	74,0	17,0	210,3
	Ø 10-j.	16,6	10,3	22,8	72,3	92,1	14,1	231,2
	50-j.	15,3	8,9	21,2	75,6	106,1	14,2	220,0
Juli	2004	17,4	11,4	24,4	74,9	108,3	22,0	210,9
	Ø 10-j.	17,8	11,9	24,1	74,6	100,1	14,9	226,0
	50-j.	16,9	10,6	23,1	76,3	108,4	13,9	240,3
August	2004	18,1	11,7	25,8	74,0	61,8	13,0	232,9
	Ø 10-j.	17,9	11,7	24,8	75,5	71,8	11,3	225,4
	50-j.	16,0	10,2	22,5	79,4	94,9	13,3	218,4
September	2004	13,9	8,1	20,9	76,7	46,4	12,0	190,6
	Ø 10-j.	12,8	7,7	18,8	81,3	72,4	12,7	158,6
	50-j.	12,8	7,4	19,4	81,5	65,9	11,4	174,5
Oktober	2004	9,9	5,4	15,9	84,9	69,2	14,0	101,6
	Ø 10-j.	8,9	4,8	13,7	85,3	64,8	13,4	110,0
	50-j.	7,5	2,8	13,0	84,8	60,0	10,4	112,9
November	2004	3,3	0,5	6,5	86,6	48,7	14,0	53,9
	Ø 10-j.	3,6	0,6	6,8	89,6	57,3	11,3	64,0
	50-j.	3,2	-0,2	6,4	87,5	58,8	12,6	42,8
Dezember	2004	-0,7	-3,3	1,9	88,7	13,3	3,5	44,3
	Ø 10-j.	0,1	-2,8	3,0	88,6	43,7	13,5	55,8
	50-j.	-0,9	-4,4	1,6	88,1	49,1	13,3	34,3
Jahr 2004		8,4	3,4	13,9	79,6	704,8	144,5	1754,7
10 – jähriges Mittel		8,7	3,9	13,8	80,2	780,5	151,8	1744,9
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 1994 bis einschließlich 2003.

### 3 Statistische Daten zur Hopfenproduktion

Bernhard Engelhard

#### 3.1 Anbaudaten

##### 3.1.1 Struktur des Hopfenbaus

Im Jahre 2004 verringerte sich die Hopfenfläche in der Bundesrepublik Deutschland um 87 ha auf 17 476 ha gegenüber 17 563 ha im Vorjahr (- 0,50%).

Die Zahl der Hopfenbaubetriebe hat sich auch im Jahre 2004 verringert, nämlich um 90 (=5,03 %) von 1 788 auf 1 698 Betriebe. Die Durchschnittshopfenfläche je Betrieb für das gesamte Bundesgebiet liegt jetzt bei 10,29 ha gegenüber 9,82 ha im Jahre 2003.

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

Jahr	Zahl der Betriebe	durchschnittliche Hopfenfläche je Betrieb in ha
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
2004	1.698	10,29

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

Anbaugebiet	Hopfenanbauflächen				Hopfenbaubetriebe				Hopfenfläche je Betrieb in ha	
	in ha		Zunahme + / Abnahme - 2003 zu 2004		2003	2004	Zunahme + / Abnahme - 2003 zu 2004		2003	2004
	2003	2004	ha	%			Betriebe	%		
Hallertau	14 391	14 411	+ 20	+ 0,14	1 416	1 355	- 61	- 4,31	10,16	10,64
Spalt	395	388	- 7	- 1,77	107	98	- 9	- 8,41	3,69	3,96
Hersbruck	98	104	+ 6	+ 6,12	16	15	- 1	- 6,25	6,13	6,93
Tettngang	1 257	1 220	- 37	- 2,94	210	196	- 14	- 6,67	5,99	6,22
Bitburg u. Rheinpfalz	20	20	± 0	± 0	2	2	± 0	± 0	10,00	10,00
Elbe-Saale	1 402	1 333	- 69	- 4,92	37	32	- 5	- 13,51	37,89	41,66
Bundesgebiet	17 563	17 476	- 87	- 0,50	1 788	1 698	- 90	- 5,03	9,82	10,29

Abbildung 3.1:

### Hopfenanbauflächen im Bundesgebiet und im Anbaugebiet Hallertau

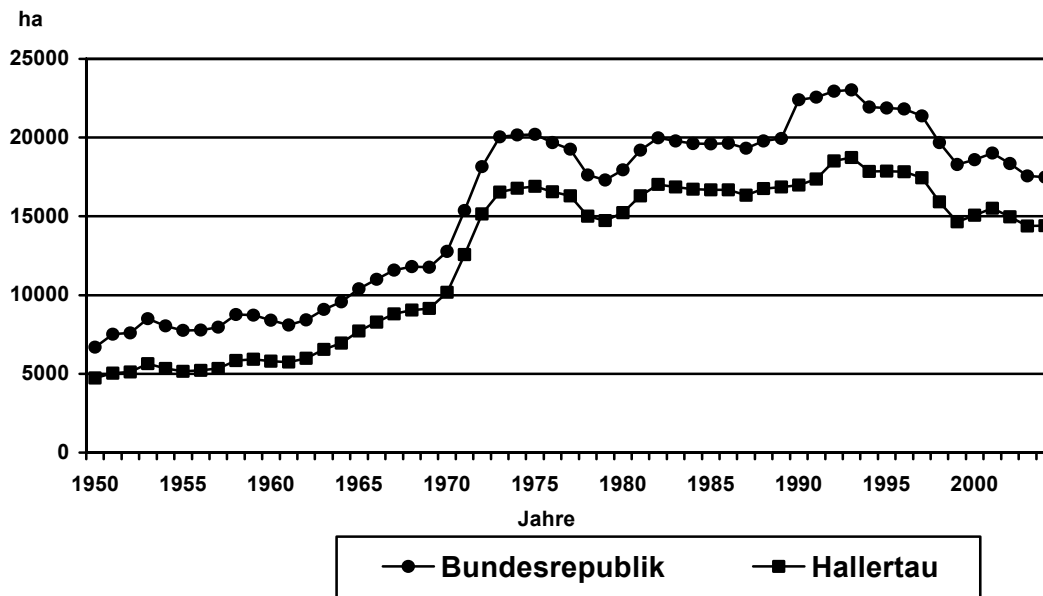
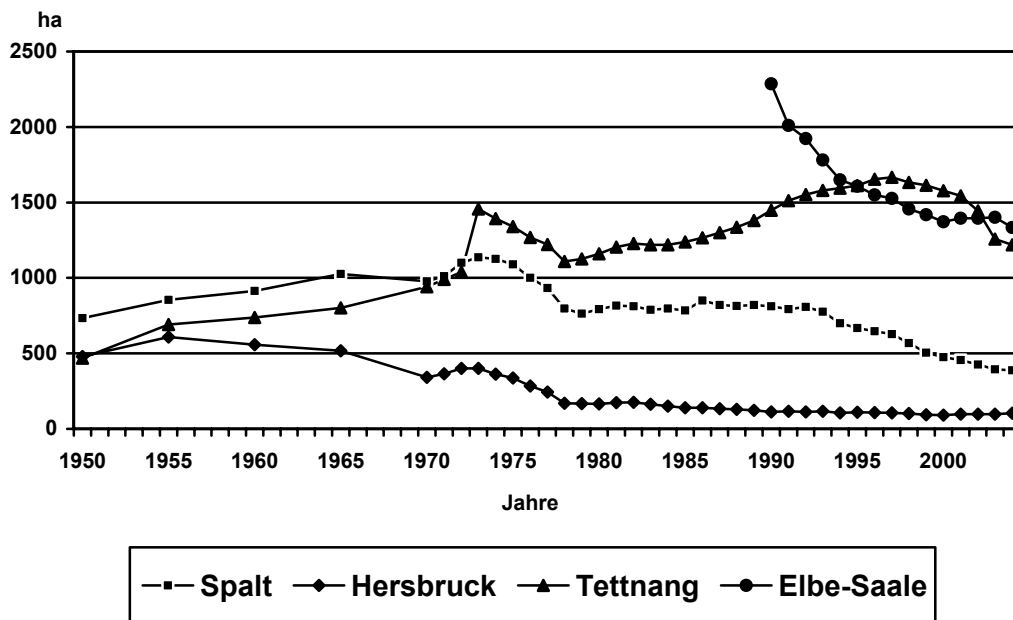


Abbildung 3.2

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





**Tabelle 3.3: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2004**

**Teil 1 – Aromasorten**

Anbaugebiet	Anbaufläche gesamt	Haller- tauer Mfr.	Spalter	Tett- nanger	Hers- brucker Spät	Hüller Bitterer	Perle	Spalter Select	Hall. Tradition	Saphir	Aromasorten	
Hallertau	14.411	1.416			1.179	1	2.672	712	1.905	180	8.065	55,96 %
Spalt	388	114	102		9		17	115	18		375	96,65 %
Hersbruck	104	24			7		19	22	14	3	89	85,58 %
Tettnang	1.220	414		790			10		3		1.217	99,75 %
Rheinpfalz } Bitburg }	20	1				2	7	2	3		15	75,00 %
Elbe-Saale	1.333						115		14		129	9,68 %
Bundesgebiet	17.476	1.969	102	790	1.195	3	2.840	851	1.957	183	9.890	56,59 %
Anteil je Sorte in %		11,27	0,58	4,52	6,84	0,02	16,25	4,87	11,20	1,05		

**Sortenveränderung im Bundesgebiet**

2003 ha	17.563	1.903	116	822	1.271	2	2.829	867	1.727	131	9.668	55,05 %
2004 ha	17.476	1.969	102	790	1.195	3	2.840	851	1.957	183	9.890	56,59 %
Veränderung in ha	- 87	+ 66	- 14	- 32	- 76	+ 1	+ 11	- 16	+ 230	+ 52	+ 222	+ 2,30 %

**Tabelle 3.3: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2004**

**Teil 2 - Bitterstoffsorten**

Anbauggebiet	Northern Brewer	Brewers Gold	Nugget	Target	Hall. Magnum	Hall. Taurus	Hall. Merkur	Columbus	Sonstige	Bitterstoffsorten	
Hallertau	474	37	381	29	3.984	1.238	149	9	45	6.346	44,04 %
Spalt					3		10			13	3,35 %
Hersbruck		2			11		1		1	15	14,42 %
Tettnang					1	2				3	0,25 %
Rheinpfalz Bitburg					2	3				5	25,00 %
Elbe-Saale	191		69	4	868	30	40	2		1204	90,32 %
Bundesgebiet	665	39	450	33	4.869	1.273	200	11	46	7.586	43,41 %
Anteil je Sorte in %	3,81	0,22	2,58	0,19	27,86	7,28	1,15	0,06	0,26		

**Sortenveränderung im Bundesgebiet**

2003 ha	870	43	501	40	4.924	1.285	179	13	40	7.895	44,95 %
2004 ha	665	39	450	33	4.869	1.273	200	11	46	7.586	43,41 %
Veränderung in ha	- 205	- 4	- 51	- 7	- 55	- 12	+ 21	- 2	+ 6	- 309	- 3,91 %

### 3.1.2 Hopfensorten

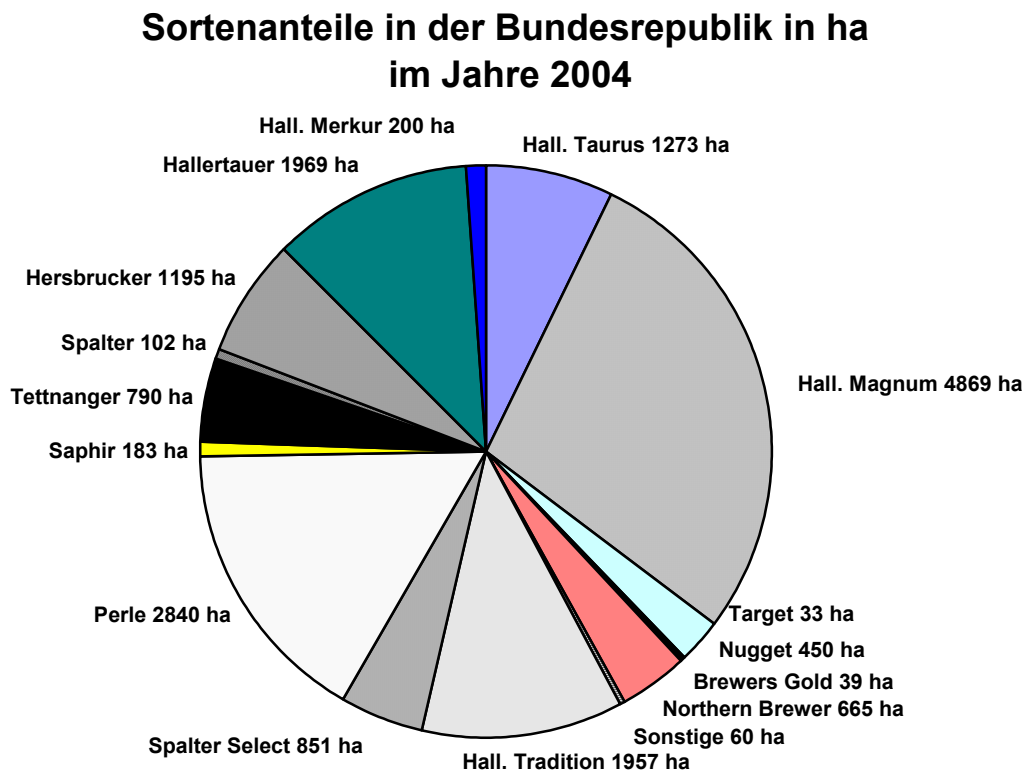
Bei den Hopfensorten ergab sich im Jahre 2004 eine leichte Verschiebung zugunsten der Aromasorten. Der Anteil der Aromasorten im Jahre 2004 beträgt 56,59 % gegenüber 55,05 % im Jahre 2003. Die Bitterstoffsorten haben einen Anteil von 43,41 % der Anbaufläche gegenüber 44,95 % im Jahre 2003.

Bei den Aromasorten wurden die Flächen von Hallertauer Mfr. (+ 66 ha), Perle (+ 11 ha), Hall. Tradition (+ 230 ha) und Saphir (+ 52 ha) ausgeweitet. Alle anderen Aromasorten verzeichnen eine leichte Reduzierung der Fläche.

Bei den Bitterstoffsorten wurden die Flächen aller Sorten (mit Ausnahme von Hall. Merkur + 21 ha) reduziert.

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

Abbildung 3.3:



### 3.2 Ertragssituation im Jahre 2004

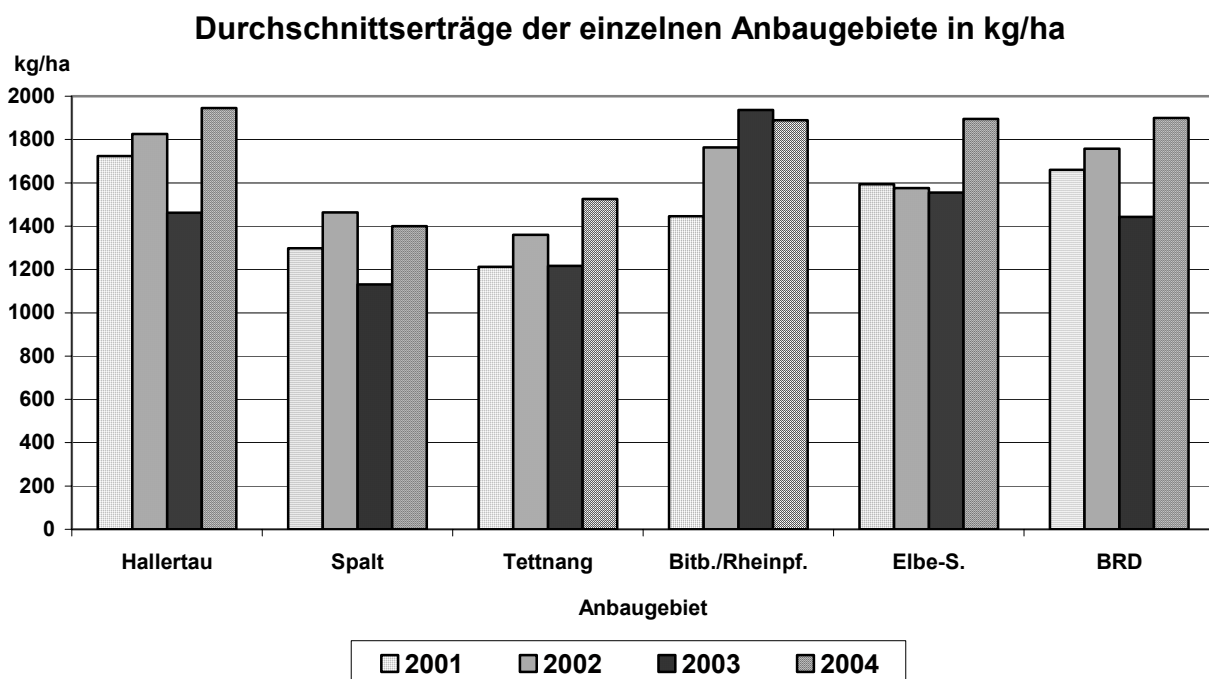
Die Gesamternte in der Bundesrepublik Deutschland beträgt 33 207 364 kg (= 664 147 Ztr.) gegenüber 25 325 768 kg (= 506 515 Zentner) im Jahre 2003. Die Erntemenge liegt um 7 881 596 kg (= 157 632 Zentner) über dem Vorjahresergebnis; dies bedeutet eine Steigerung um 31,13 %.

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 2003.

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

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Ertrag Ztr./ha bzw. kg/ha	31,9	31,4	30,5	31,5	1660 kg (33,2 Ztr.)	1758 kg (35,2 Ztr.)	1442 kg (28,8 Ztr.)	1900 kg (38,0 Ztr.)
Relativ zu 100% (langj. Ø =35 Ztr.)	91,1	89,7	87,1	90,0	94,9	100,6	82,40	108,6
Anbaufläche in ha	21.381	19.683	18.299	18.598	19.020	18.352	17.563	17.476
Gesamternte in Ztr. bzw. kg	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.	33.207.364 kg = 664.147 Ztr.

**Abbildung 3.4:**



**Tabelle 3.5: Durchschnittserträge der einzelnen Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten im Jahre 2004 in kg je ha**

**Aromasorten**

Anbaugebiet	Haller-tauer	Spal-ter	Hers-brucker	Hüller Bitterer	Tett-nanger	Perle	Spalter Select	Hall. Trad.	Saphir
Hallertau	1322	1149	1701	2071	1413	1871	1943	1782	1331
Spalt	1302		1471			1702	1689	1353	
Tettnang	1731					1696		1185	
Bitburg } Rheinpfalz }	1327			1581		1946	1936	1787	
Elbe-Saale						1950		1170	
Bundesge- biet 2004	1407	1149	1699	1710	1413	1872	1909	1773	1331
2003	697	925	1682	1405	1212	1388	1636	1563	639
± zu 2003 kg/ha	+ 710	+ 224	+ 17	+ 305	+ 210	+ 484	+ 273	+ 210	+ 692
Ernte in to Bundesgebiet	2771,4	116,7	2031,9	3,6	1116,4	5315,1	1622,5	3471,0	243,5

**Bitterstoffsorten**

Anbaugebiet	Northern Brewer	Brewers Gold	Nugget	Target	Hall. Magnum	Hall. Taurus	Hall. Merkur	Colum-bus	Son-stige	Gesamt
Hallertau	1968	2290	2378	2440	2306	2129	1793	2668	1184	1946
Spalt					1998		1060		853	1400
Tettnang									2223	1525
Bitburg } Rheinpfalz }					2552	1696				1889
Elbe-Saale	1733		1756	1893	1936	2248	1849	2018		1895
Bundesge- biet 2004	1900	2290	2282	2378	2240	2131	1767	2564	1255	1900
2003	1010	2158	1759	1831	1714	1534	1198	1985	1244	1442
± zu 2003 kg/ha	+ 890	+ 132	+ 523	+ 547	+ 526	+ 597	+ 569	+ 579	+ 11	+ 458
Ernte in to Bundesge- biet	1263,8	89,5	1027,8	79,0	10904,2	2707,8	354,3	27,2	61,6	33207,4

Quelle: EU-Bericht

Abbildung 3.5:

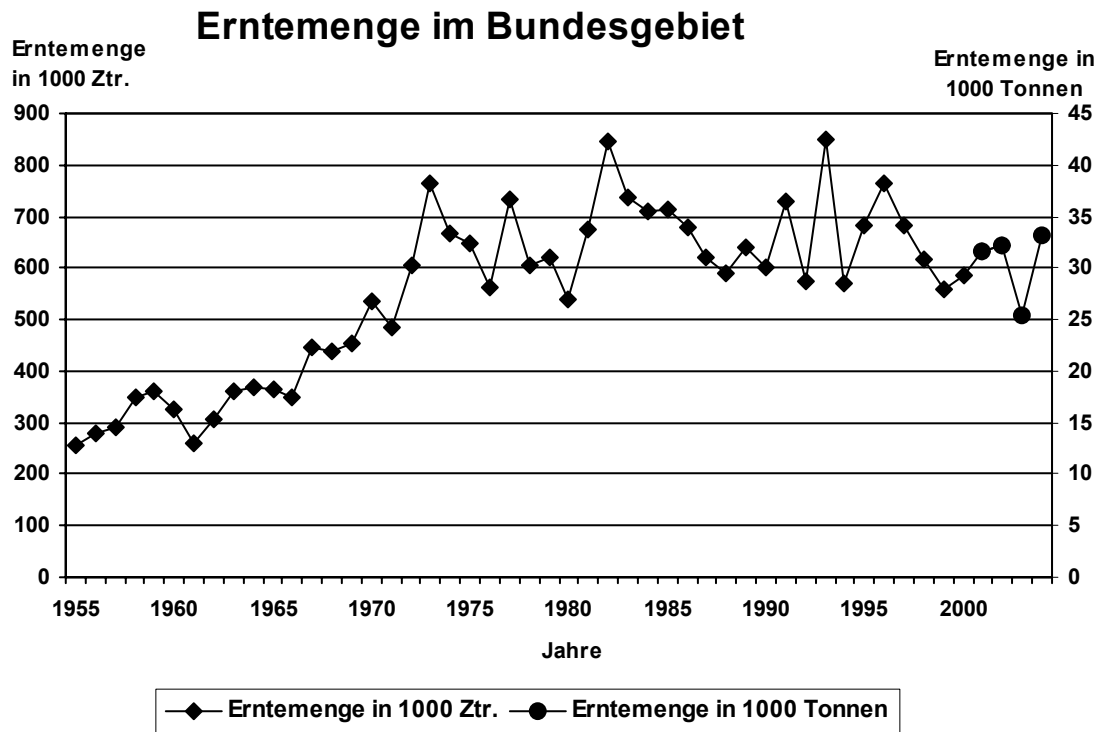
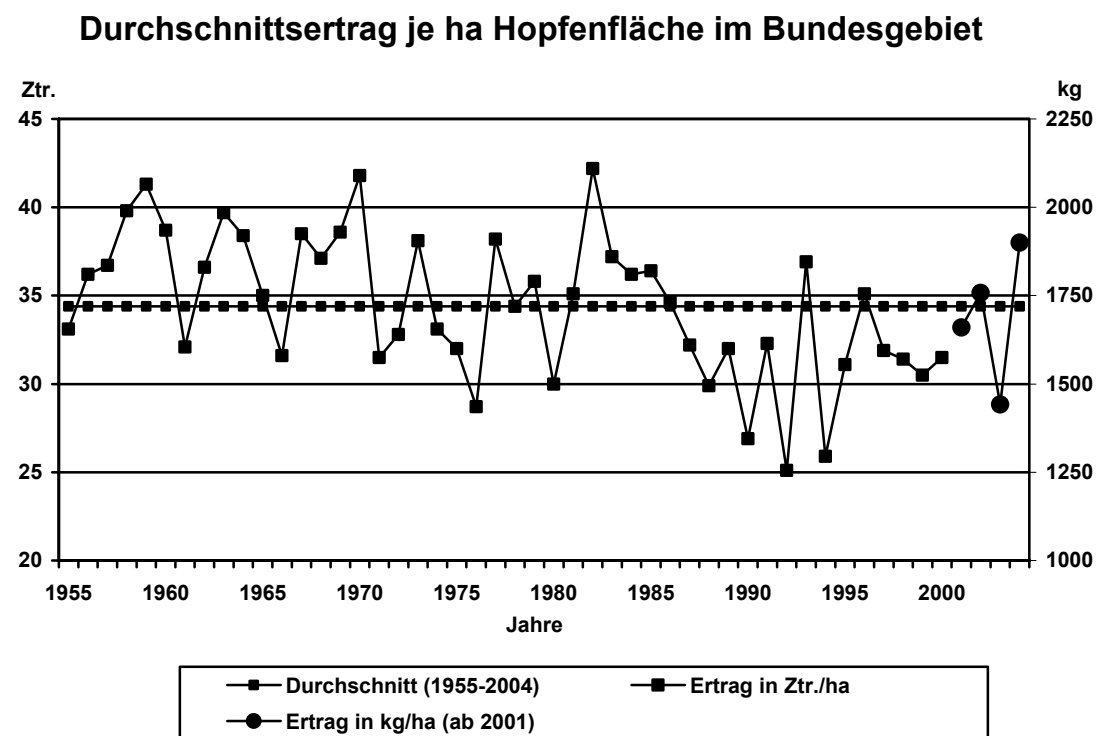


Abbildung 3.6:



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

Anbaugebiet	Erträge in Ztr./ha Gesamtfläche (ab 2001 in kg/ha)								
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Hallertau	35,1	32,8	32,5	31,2	33,6	1724	1825	1462	1946
Spalt	32,3	26,5	22,1	28,2	20,9	1298	1464	1131	1400
Hersbruck	27,9	28,3	28,8	23,5	26,8	1233	1306	983	- *
Tett nang	28,9	31,2	26,8	28,3	16,4	1212	1360	1216	1525
Bitburg Rheinpfalz }	39,0	34,9	30,1	31,4	31,6	1445	1763	1936	1889
Elbe-Saale	30,6	23,6	27,5	27,3	30,0	1594	1576	1555	1895
Ø Ertrag je ha Bundesgebiet	35,1	31,9	31,4	30,5	31,5	1660 kg	1758 kg	1442 kg	1900 kg
Gesamternte Bundesgebiet	766 070	681 035	617 181	558 247	585 841	31 576 to 631 529	32 271 to 645 413	25 326 to 506 515	33 207 to 664 147
Anbaufläche Bundesgebiet	21 813	21 381	19 683	18 299	18 598	19 020	18 352	17 563	17 476

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

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

Anbaugebiet/Sorte	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	10-jähr. Ø
Hallertau Hallertauer	3,6	5,4	5,4	4,7	4,1	4,9	4,6	4,6	3,1	4,3	4,5
Hallertau Hersbrucker	2,2	4,3	4,7	3,7	2,1	4,9	3,0	3,2	2,1	3,0	3,3
Hallertau Hall. Saphir										3,4	
Hallertau Perle	5,5	8,5	9,3	6,7	7,0	8,1	7,0	8,6	3,9	6,4	7,1
Hallertau Spalter Select	3,9	5,7	6,8	5,5	4,5	6,4	4,8	6,0	3,2	4,9	5,2
Hallertau Hall. Tradition	4,9	6,8	7,0	5,6	6,0	7,1	6,3	7,2	4,1	6,3	6,1
Hallertau Northern Brewer	7,7	10,5	10,8	9,1	9,0	10,1	9,6	10,1	6,0	9,8	9,3
Hallertau Hall. Magnum	11,8	14,2	16,9	14,0	13,4	14,4	13,9	14,6	11,7	14,8	14,0
Hallertau Nugget	9,7	10,7	13,6	11,2	10,0	12,9	11,9	12,4	8,5	10,6	11,2
Hallertau Hall. Taurus			16,6	13,7	15,9	15,6	15,7	16,5	12,3	16,5	
Hallertau Hall. Merkur										13,5	
Tett nang Tett nanger	3,0	4,8	5,4	4,0	3,8	4,9	4,4	4,6	2,6	4,7	4,2
Tett nang Hallertauer	3,5	5,0	5,5	4,3	4,2	4,8	4,5	4,8	3,1	5,0	4,5
Spalt Spalter	3,2	5,6	5,6	4,4	3,8	4,0	4,4	4,6	3,1	4,4	4,3
Elbe-Saale Northern Brewer	-		9,3	8,1	8,0	9,8	7,6	8,8	6,0	8,5	
Elbe-Saale Hall. Magnum	-		15,4	12,4	12,2	14,0	13,9	13,9	10,2	14,1	

Quelle: Arbeitsgruppe Hopfenanalyse (AHA)

### 3.2.1 Hopfenvermarktung 2004

Der Ertrag lag bei allen Sorten deutlich über dem langjährigen Durchschnitt. Die Alphasäurenwerte waren zufriedenstellend; bei Perle und Hersbrucker Spät eher enttäuschend, Magnum und Taurus waren besonders gut. Auf Basis produzierter Gesamtalphamenge war die Ernte fast doppelt so groß wie im Jahre 2003.

Der Marktverlauf hatte völlig unterschiedliche Tendenzen: Die Nachfrage nach Aromahopfen war groß; die Festpreise bewegten sich zwischen 3,2 – 3,8 €/kg. Bei der schnellen Räumung des Aromamarktes hätten sich die Pflanzler höhere Preise erwartet. Das Preisniveau bei Hochalphasorten war katastrophal. Am aggressiven Kampf um Marktanteile zwischen US- und deutschen Hochalphahopfen brachte der Dollar-/Eurokurs deutliche Vorteile für US-Hopfen.

### 3.2.2 Welthopfenmarkt

**Tabelle 3.8: Welthopfenmarkt**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Hopfenfläche der Welt in ha	81 466	76 967	70 290	60 111	57 427	58 991	58 903	56 237	53 570
Veränderung in ha	-5 320	- 4 499	- 6 677	-10 179	- 2 684	+ 1 564	- 88	- 2 666	-2 667
Erntemenge der Welt in Mio. Zentner	2,53	2,49	2,24	1,89	1,91	1,93	1,98	2,01	1,75
Veränderung in Mio. Zentner	+ 0,10	- 0,04	- 0,25	- 0,35	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,05	+ 0,03	- 0,26
Durchschnittsertrag der Welt in Ztr./ha	31,06	32,35	31,92	31,48	33,24	32,79	33,68	35,74	32,60
Welt-Alphaproduktion in 1000 kg	7 831	9 300	8 782	7 248	7 393	8 294	8 646	8 749	6 727
Bierzeugung der Welt in Mio. hl	1 248	1 269	1 300	1 301	1 365	1 392	1 424	1 443	1 478
Steigerung/Minderung in %	+ 2,80	+ 1,68	+ 2,44	+ 0,8	+ 3,46	+ 1,98	+ 2,30	+ 1,33	+ 2,42
Geerntete Hopfenmenge je hl erzeugtes Bier in Gramm	101	98	86	72	70	69	70	70	59
Alpha-Produktion je hl erzeugtes Bier in Gramm	6,27	7,33	6,76	5,57	5,42	5,96	6,08	6,06	4,55

Quelle: Barth-Bericht



Abbildung 3.7:

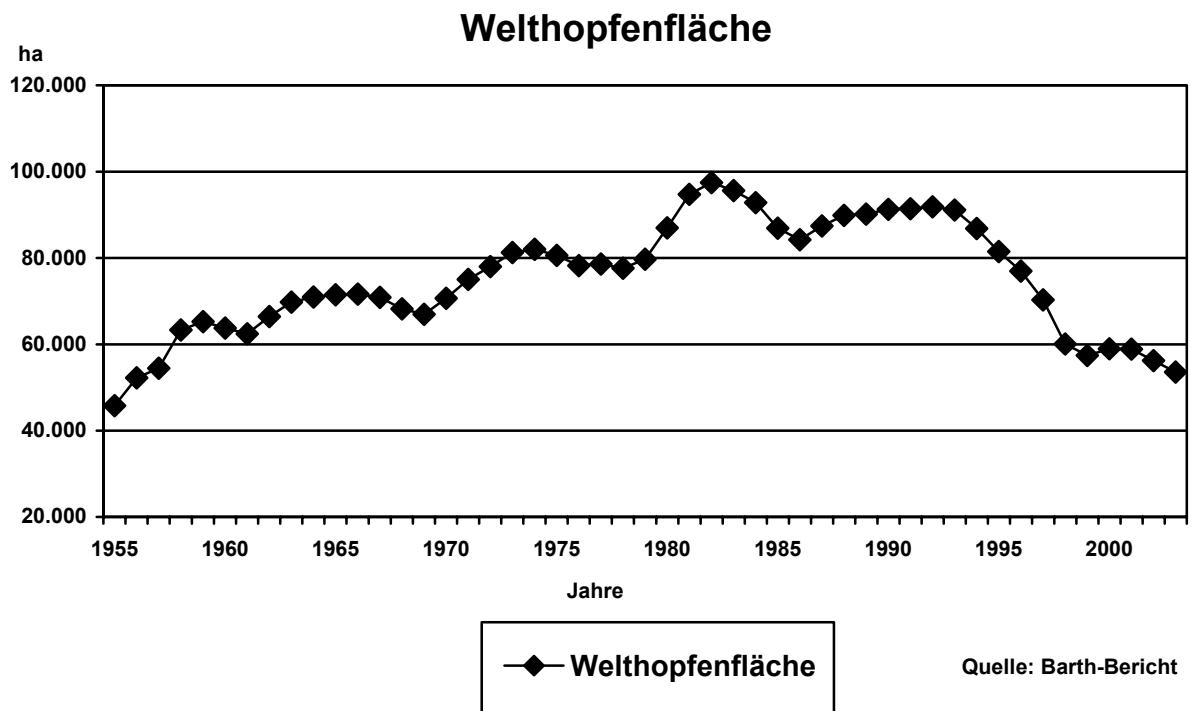


Abbildung 3.8:

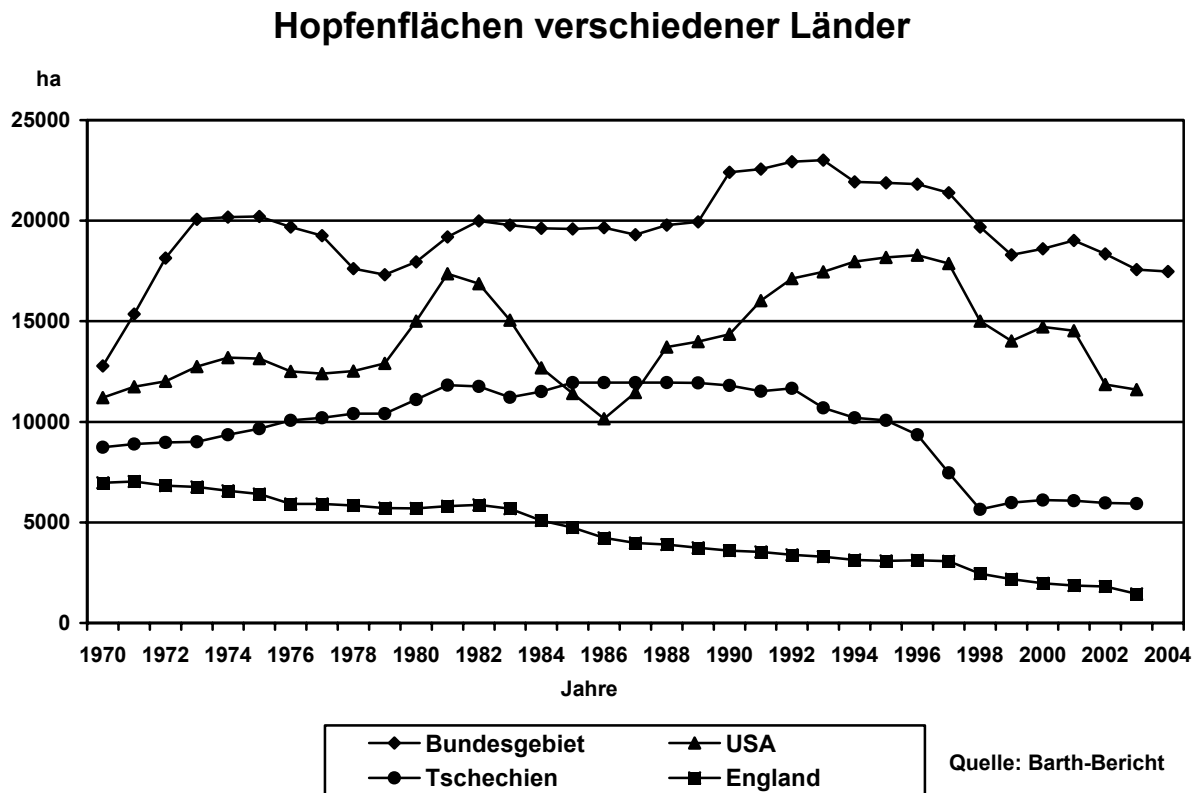


Abbildung 3.9:

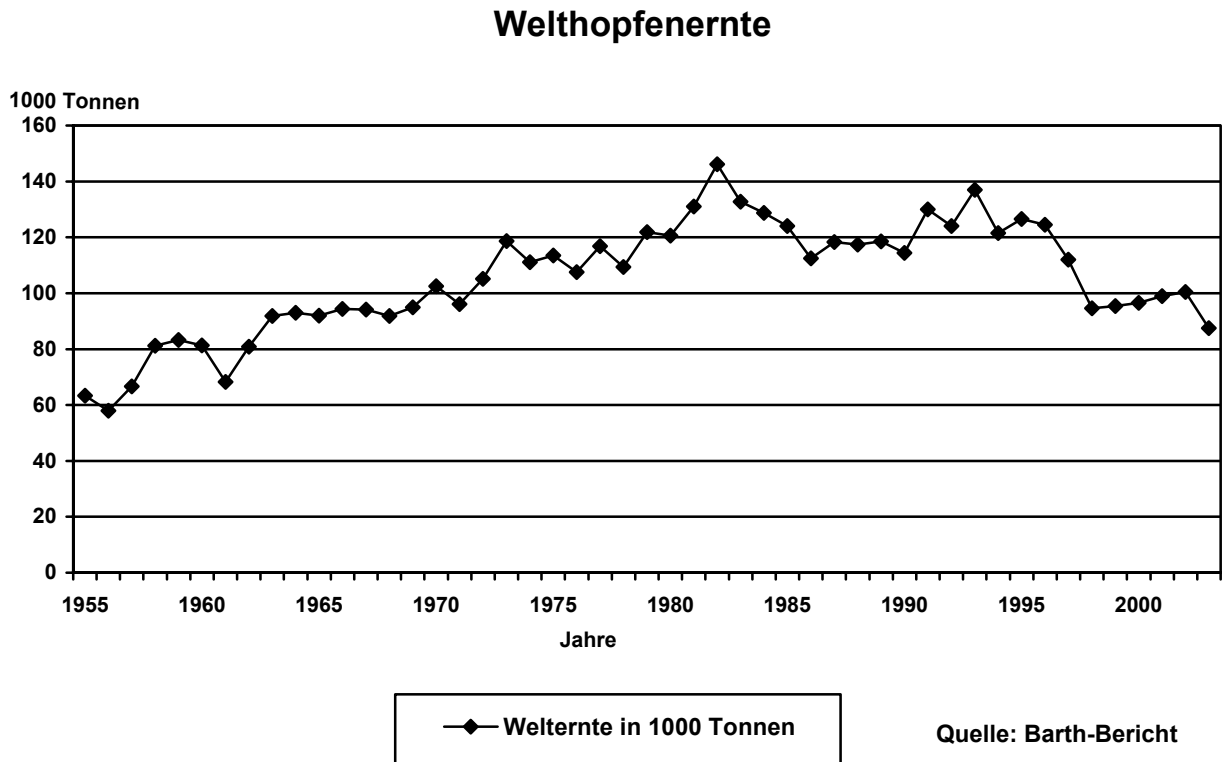
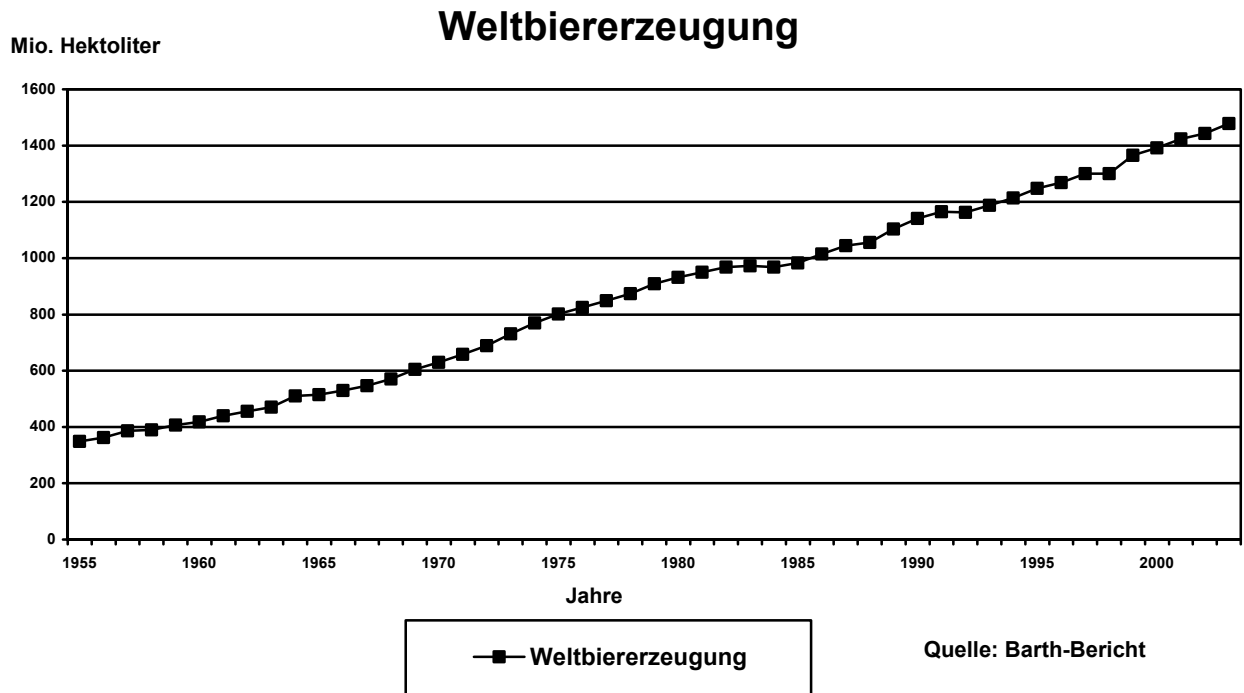


Abbildung 3.10:



## **4 Züchtungsforschung Hopfen**

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

### **4.1 Praktische Hopfenzüchtung**

#### **4.1.1 Kreuzungen 2004**

2004 wurden 128 Kreuzungen durchgeführt. Auf Grund der Ergebnisse der Mehлтаuresistenzprüfungen konnte die Anzahl der Kreuzungen bei der Aussaat auf 102 reduziert werden.

Bei 38 Aromahopfenkreuzungen war das Zuchtziel gute Peronosporatoleranz und Mehлтаuresistenz, wobei bei fünf Kreuzungen zusätzlich die Welketoleranz, sowie bei zwei Kreuzungen die Blattlaustoleranz berücksichtigt wurde.

57 Kreuzungen wurden mit dem Ziel durchgeführt, Bitterhopfen mit guter Peronosporatoleranz und Mehлтаuresistenz zu züchten, wobei bei sechs Kreuzungen auch ein hoher Xanthhumolgehalt vorrangiges Zuchtziel ist.

Sieben Kreuzungen erfolgten mit niedrig wachsenden Sorten und Zuchtstämmen. Ziel ist es, geeignete Zuchtlinien mit guter Peronosporatoleranz und Mehлтаuresistenz für den Anbau in Niedrigerüstanlagen zu selektieren.

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

Nach dem extremen Trockenjahr 2003 konnten die Sämlinge im Jahr 2004 wieder ihr volles Leistungspotential zeigen.

Der Krankheitsdruck mit Echtem Mehltau und Botrytis war sehr gering. Im Gegensatz dazu bestand während der gesamten Vegetation sehr hoher Peronosporadruck. Bereits im Frühjahr kam es zu einem starken Auftreten der Primärinfektion, den sogenannten Bubiköpfen. Da in den Zuchtgärten keine Bekämpfung durchgeführt wird, konnte der Primärbefall sehr gut bonitiert werden.

Die kühle und feuchte Witterung begünstigte in der Folge die Ausbreitung der Peronospora-Sekundärinfektion. Bei der Auswahl der zu beerntenden Sämlinge unmittelbar vor der Ernte und bei der Doldenbonitur im Herbst konnte die Peronosporaanfälligkeit sehr gut bonitiert werden.

##### **4.1.2.1 Sämlinge 2001**

Von den Sämlingen 2001 waren in den Zuchtgärten in Hüll ca. 3800 Nachkommen aus 55 Aroma- und 57 Bitterkreuzungen im Anbau. Diese Sämlingsprüfung wurde im Herbst 2004 gerodet.

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

Insgesamt wurden in den drei Jahren 285 Sämlinge beerntet. 24 davon erreichten  $\alpha$ -Säuregehalte über 15 %.

In den Jahren 2003 und 2004 wurden bereits jeweils acht Zuchtstämme in die Stammesprüfungen aufgenommen. Für die Stammesprüfung 2005 sind weitere fünf Zuchtstämme vorgesehen. Es handelt sich dabei um acht Aroma- und 13 Bitterstämme.

#### 4.1.2.2 Sämlinge 2002

Von den Sämlingen 2002 sind in den Zuchtgärten in Hüll ca. 4950 Nachkommen aus 38 Aroma- und 40 Bitterkreuzungen im Anbau.

Als Vergleichssorten wurden im Aromabereich die Sorten Hallertauer Mfr., Hallertauer Tradition, Spalter Select, Saphir und Perle sowie im Bitterbereich Hallertauer Magnum, Hallertauer Taurus, Hallertauer Merkur und Wye Target angepflanzt.

Nachdem bereits im Jahr 2003 22 trockenheitstolerante Zuchtstämme beerntet werden konnten, kamen 2004 insgesamt 73 Sämlinge zur Beerntung. Bisher konnten 14 Sämlinge mit  $\alpha$ -Säurenwerten von über 14 % selektiert werden.

Vier besonders trockenheitstolerante Bitterstämme wurden bereits im Jahr 2004 in die Stammesprüfung aufgenommen. Weitere zehn Zuchtstämme, darunter sieben Aromastämme, sind für die Stammesprüfung 2005 vorgesehen.

#### 4.1.2.3 Sämlinge 2003

Von den Sämlingen 2003 sind in den Zuchtgärten in Hüll ca. 4400 Nachkommen aus 26 Aroma- und 68 Bitterkreuzungen im Anbau.

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

Die Sämlinge 2003 wurden im Herbst 2003 in den Zuchtgärten ausgepflanzt und entwickelten sich bis zur Ernte so gut, dass bereits im ersten Jahr 119 Sämlinge beerntet werden konnten. 26 Zuchtstämme erreichten  $\alpha$ -Säurenwerte über 15 %.

Für die Stammesprüfung 2005 sind 12 Zuchtstämme vorgesehen.

### 4.1.3 Ergebnisse der Stammesprüfungen

#### 4.1.3.1 Stammesprüfung 2000/2 Hüll und Rohrbach

**Tabelle 4.1 : Ergebnisse der Ernte 2004**

Stamm/Sorte	Ertrag kg/ha	$\alpha$ - Säu- ren	$\beta$ - Säu- ren	Cohu- mu- lon	Aro- ma 1-30	Ertrag kg/ha	$\alpha$ - Säu- ren	$\beta$ - Säu- ren	Cohu- mu- lon	Aro- ma 1-30
<b>Hall. Trad.</b>	2103	7,4	4,4	27,8	26	2185	8,0	4,5	29,1	26
<b>Hall. Merkur</b>	2423	16,2	5,4	20,5	22	2071	16,4	6,1	20,1	22
<b>96/069/037</b>	2329	18,1	6,0	24,3	20	2184	17,9	5,8	24,1	20
<b>96/001/001</b>	1919	8,5	6,3	28,9	25	1801	8,0	6,1	29,5	26
<b>96/001/017</b>	1878	8,4	7,0	24,5	27	1403	7,5	6,9	25,5	27
<b>96/001/018</b>	1700	9,3	5,5	23,8	26	1721	6,9	4,2	25,5	26
<b>96/001/021</b>	3117	7,4	7,3	31,7	25	1495	4,7	6,6	24,1	25
<b>96/001/024</b>	2379	7,2	6,9	29,5	24	2413	6,2	6,9	27,9	25
<b>96/008/014</b>	2680	5,4	8,8	30,9	25	2264	4,4	8,4	34,7	26
<b>96/010/024</b>	1850	7,0	10,4	26,3	24	1997	6,4	9,5	25,0	23
<b>96/012/011</b>	1967	6,6	3,5	25,0	26	1695	5,4	2,8	24,1	26
<b>96/015/030</b>	2402	6,0	3,9	24,5	23	2360	7,2	4,7	25,8	25
<b>96/016/034</b>	2227	5,2	2,7	25,1	25	1920	4,9	2,7	25,9	26
<b>96/026/017</b>	1972	9,8	6,5	27,6	25	1477	8,6	6,1	27,4	26
<b>96/030/011</b>	3003	5,4	9,2	22,4	26	2596	4,9	9,0	22,1	26
<b>96/030/016</b>	950	4,9	6,3	26,4	27	534	4,5	7,0	30,0	27
<b>96/030/041</b>	2583	5,2	8,6	12,6	25	2143	4,7	8,1	13,4	26
<b>96/031/009</b>	1976	4,0	9,5	18,4	24	1690	4,4	11,8	33,7	25
<b>96/031/027</b>	2566	6,5	5,5	23,7	23	2439	5,5	4,8	22,4	23
<b>96/035/026</b>	2046	6,0	5,2	20,8	25	2340	4,9	5,9	20,2	26
<b>96/037/025</b>	1870	7,1	5,7	21,8	26	2199	5,9	5,7	23,6	26
<b>96/001/008</b>	1784	7,3	7,8	29,0	26	-	-	-	-	-
<b>96/054/009</b>	2283	4,0	3,9	23,8	24	-	-	-	-	-

$\alpha$ - und  $\beta$ - Säuren in % lfr.

Cohumulon in % der  $\alpha$ -Säuren

Die im Jahr 2000 eingelegte Stammesprüfung SP 2000/2 wurde zum vierten Mal beerntet. Beim Sämlingsjahrgang 96 erfüllte nur der Sämling 96/069/037 die geforderte Kombination der Zuchtziele im Bitterbereich. Dieser Sämling erreichte zwar das Leistungsniveau von Hallertauer Taurus, zeigt aber hohe Anfälligkeit für Stockfäule.

Dagegen konnten viele interessante Aromazuchtstämme in die Prüfung aufgenommen werden, von denen mittlerweile 12 Stämme in eine Hauptprüfung gepflanzt wurden.

#### 4.1.3.2 Stammesprüfung 2001 Hüll und Rohrbach

**Tabelle 4.2 : Ergebnisse der Ernte 2004**

Stamm/Sorte	Ertrag kg/ha	$\alpha$ - Säu- ren	$\beta$ - Säu- ren	Cohu- mu- lon	Aro- ma 1-30	Ertrag kg/ha	$\alpha$ - Säu- ren	$\beta$ - Säu- ren	Cohu- mu- lon	Aroma 1-30
<b>Hall. Trad.</b>	2156	7,4	3,8	26,0	25	2259	5,5	3,2	29,9	26
<b>Hall. Merkur</b>	2247	16,5	5,7	20,5	22	1570	15,9	5,0	20,2	23
<b>97/007/011</b>	2215	6,3	3,8	28,7	26	2399	5,7	3,8	29,4	25
<b>97/007/040</b>	1416	7,8	5,9	30,5	26	1859	6,7	6,0	31,2	26
<b>97/010/023</b>	2392	10,0	5,7	26,6	26	-	-	-	-	-
<b>97/025/007</b>	1920	0,2	8,4	34,5	25	1986	0,2	6,8	35,9	24
<b>97/026/006</b>	2050	5,3	8,5	20,4	24	-	-	-	-	-
<b>97/033/014</b>	2238	6,6	4,8	22,7	24	-	-	-	-	-
<b>97/040/003</b>	2552	15,6	5,9	34,0	22	3080	14,2	5,3	34,6	23
<b>97/040/036</b>	1403	12,1	6,4	25,7	20	1595	12,1	6,5	18,7	23
<b>97/060/008</b>	2783	14,3	5,9	31,5	20	2412	13,7	5,3	30,5	22
<b>97/060/011</b>	3162	16,4	6,6	36,4	21	2705	15,7	6,5	32,4	21
<b>97/060/025</b>	2425	14,6	5,6	36,2	22	1980	13,4	5,0	34,6	21
<b>97/060/030</b>	1631	9,8	5,5	20,4	18	2425	9,4	5,2	20,5	19
<b>97/060/054</b>	2692	12,4	4,8	30,5	22	2626	12,4	5,7	30,8	22
<b>97/060/721</b>	2454	15,8	6,4	40,3	21	-	-	-	-	-
<b>97/060/724</b>	3044	17,2	6,7	33,0	18	-	-	-	-	-
<b>97/060/754</b>	2151	14,6	5,4	38,0	19	-	-	-	-	-
<b>97/065/753</b>	2836	17,3	6,4	24,5	19	2945	16,5	6,2	24,2	19
<b>97/071/737</b>	2684	14,6	9,4	28,6	21	-	-	-	-	-
<b>97/076/754</b>	3042	14,0	8,6	32,7	19	3334	13,7	8,1	33,9	23
<b>97/077/763</b>	1984	9,5	3,4	24,6	19	-	-	-	-	-
<b>97/079/005</b>	2056	12,0	3,5	24,2	21	-	-	-	-	-
<b>97/081/722</b>	2036	16,8	5,8	26,5	22	-	-	-	-	-

$\alpha$ - und  $\beta$ - Säuren in % lfr.

Cohumulon in % der  $\alpha$ -Säuren

Im Aromabereich zeigten drei Zuchtstämme gute agronomische und analytische Eigenschaften. Sie wurden in eine Hauptprüfung übernommen. Eine Besonderheit stellt beim Zuchtstamm 97/025/007 das fast vollständige Fehlen der  $\alpha$ -Säuren dar. Im Vergleich dazu sind die  $\beta$ -Säuren verhältnismäßig hoch. Es wurden deshalb bereits einige Kreuzungen durchgeführt, um Zuchtlinien mit sehr hohen  $\beta$ -Säuregehalten zu erzeugen. Im Bitterbereich brachten in den bisherigen drei Versuchsernten die Zuchtstämme 97/060/011, 97/060/721 und 97/065/753 die besten Ergebnisse. Sie wurden bereits in eine Hauptprüfung aufgenommen.

#### 4.1.3.3 Stammesprüfung 2002 Hüll und Rohrbach

**Tabelle 4.3 : Ergebnisse der Ernte 2004**

Stamm/Sorte	Ertrag kg/ha	$\alpha$ - Säu- ren	$\beta$ - Säu- ren	Cohu- mu- lon	Aro- ma 1-30	Ertrag kg/ha	$\alpha$ - Säu- ren	$\beta$ - Säu- ren	Cohu- mu- lon	Aro- ma 1-30
<b>Perle</b>	2008	6,6	3,3	32,4	25	1934	7,8	4,4	35,6	25
<b>Hall. Merkur</b>	2284	15,4	5,3	20,2	21	2128	15,2	5,2	18,6	22
<b>Hall. Taurus</b>	1898	19,0	5,3	23,8	20	2194	16,8	4,6	24,4	21
<b>97/014/009</b>	1991	5,9	6,0	23,7	26	1997	4,6	6,7	27,0	27
<b>98/009/013</b>	2042	6,5	6,8	22,4	27	1321	5,6	7,1	24,8	26
<b>98/034/028</b>	2203	5,1	4,8	26,7	27	2124	4,8	5,2	27,0	26
<b>98/066/770</b>	2365	14,2	6,5	30,7	22	3126	14,4	7,0	33,7	21
<b>98/071/724</b>	2728	16,9	4,1	30,6	21	2472	16,8	4,1	31,8	22
<b>98/097/731</b>	2810	15,6	5,2	23,3	20	2975	15,8	5,6	25,0	21
<b>98/097/738</b>	2356	15,0	5,2	27,0	18	2858	14,1	5,2	26,8	20
<b>98/037/021</b>	2523	10,1	5,8	19,6	25	2481	8,2	8,1	17,8	25
<b>98/038/012</b>	2455	12,4	5,4	22,5	23	2519	11,8	5,4	22,4	24
<b>99/041/001</b>	2307	10,8	2,5	23,0	24	2468	14,6	3,9	24,1	24
<b>99/056/021</b>	2979	16,0	4,4	25,9	19	3026	15,5	4,8	27,2	22
<b>99/060/011</b>	2745	18,3	4,9	25,3	20	2907	16,5	4,6	26,2	20
<b>99/061/009</b>	2380	19,1	5,6	22,7	19	3093	18,7	4,9	23,6	21
<b>99/062/727</b>	2326	17,5	5,9	26,2	20	1822	17,5	5,6	26,7	19
<b>99/090/013</b>	1895	13,7	4,7	24,1	21	1740	14,0	4,7	24,3	22
<b>99/093/718</b>	1779	18,1	6,4	23,2	19	2940	18,3	6,1	25,4	19
<b>99/093/722</b>	2396	15,1	5,6	25,6	20	2447	14,1	4,7	25,6	21

$\alpha$ - und  $\beta$ - Säuren in % lfr.

Cohumulon in % der  $\alpha$ -Säuren

Die Stammesprüfung 2002 wurde zum zweiten Mal beerntet. Im Aromabereich zeichnet sich der Zuchtstamm 97/014/009 durch gute agronomische Eigenschaften und ein hervorragendes Aroma aus.

Im Bitterbereich liegen fast alle Zuchtstämme im Ertrag über den Vergleichssorten. Einige Versuchsglieder erbringen zusätzlich sehr hohe  $\alpha$ -Säurenwerte. Die interessantesten davon wurden bereits in eine Hauptprüfung übernommen.

Zusätzlich werden drei Aromazuchtstämme mit höheren  $\alpha$ -Säuregehalten geprüft. Dabei zeigt ein Nachkomme von Hersbrucker Spät mit der Stammnummer 98/037/021 das ausgeglichene Leistungspotential. Er bringt hohe Erträge,  $\alpha$ -Säuregehalte bis 10 % und ein gutes Aroma.

#### 4.1.3.4 Stammesprüfung 2003 Hüll und Rohrbach

**Tabelle 4.4 : Ergebnisse der Ernte 2004**

Stamm/Sorte	Ertrag kg/ha	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	Cohumulon	Aroma 1-30	Ertrag kg/ha	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	Cohumulon	Aroma 1-30
<b>Hall. Merkur</b>	1619	13,0	4,6	18,8	22	1226	12,5	4,2	18,7	22
<b>Hall. Taurus</b>	1692	16,1	4,4	21,5	21	2017	14,8	4,4	24,1	21
<b>99/036/019</b>	1942	8,6	6,1	31,2	25	1933	7,0	5,2	31,2	25
<b>99/061/006</b>	1844	15,3	3,8	26,2	22	2209	13,2	3,3	28,0	21
<b>99/065/710</b>	1724	13,9	4,0	22,9	21	1730	13,2	3,9	23,5	22
<b>99/066/025</b>	1747	13,3	4,4	20,8	20	2105	12,9	3,9	20,9	21
<b>99/067/007</b>	2339	12,3	4,9	24,1	22	2277	13,3	4,7	24,9	22
<b>99/093/003</b>	1318	14,4	4,5	20,8	19	1560	14,6	5,4	22,0	19
<b>2000/066/724</b>	1937	13,6	4,7	23,8	22	2662	13,3	4,1	23,2	21
<b>2000/078/750</b>	2226	15,6	5,3	23,8	22	2199	15,2	4,8	25,3	21
<b>2000/109/703</b>	2560	15,6	5,1	25,1	20	2404	13,4	4,5	25,3	22
<b>2000/109/727</b>	2236	15,9	6,2	23,5	20	2316	17,6	6,4	23,3	21
<b>2000/109/728</b>	1970	20,9	5,7	24,2	21	2468	19,8	4,3	25,6	21
<b>2000/118/716</b>	1925	16,4	4,5	28,4	21	1969	18,8	4,8	28,9	21
<b>2001/070/003</b>	1020	8,3	4,0	17,9	23	1374	8,5	2,8	18,5	23
<b>2001/077/702</b>	2521	11,4	6,1	31,4	21	2902	13,0	6,1	32,2	22
<b>2001/085/016</b>	2207	14,3	4,8	26,5	23	2491	11,4	4,9	27,7	22
<b>2001/093/013</b>	2137	13,0	5,5	24,1	21	2393	13,8	5,4	24,8	21
<b>2001/093/024</b>	1809	11,8	8,5	27,0	21	1908	12,5	8,2	27,6	22
<b>2001/095/024</b>	2426	12,4	3,8	24,6	20	2399	11,9	3,5	22,3	20
<b>2001/097/004</b>	2540	9,5	5,2	27,5	21	2386	9,4	4,8	27,4	21
<b>2001/101/704</b>	2412	12,3	3,8	28,1	20	2390	12,4	3,7	28,7	19

$\alpha$ - und  $\beta$ - Säuren in % lfr.

Cohumulon in % der  $\alpha$ -Säuren

Die Stammesprüfung 2003 wurde Anfang Juni 2003 ausgepflanzt und entwickelte sich trotz der extremen Trockenheit bis zum Herbst sehr gut. Im Jahr 2004 konnte deshalb bereits Doppelstockaufleitung gemacht werden. Das anhaltende Niederschlagsdefizit führte jedoch im August zu deutlichen Trockenschäden, da das Wurzelsystem noch nicht voll ausgebildet war. Alle Zuchtstämme erbrachten 2004 trotzdem Ertragsleistungen auf dem Niveau von Hallertauer Merkur und Hallertauer Taurus oder teilweise sogar deutlich darüber.

Bei den Alphasäuregehalten konnten nur wenige Zuchtstämme das Niveau von Hallertauer Taurus erreichen. Herausragend sind die  $\alpha$ -Säuregehalte beim Zuchtstamm 2000/109/728 mit Werten um 20 %.



## 4.1.4 Ergebnisse der Hauptprüfungen

### 4.1.4.1 Hauptprüfung 2000 Rohrbach

**Tabelle 4.5 : Ergebnisse der Ernte 2002-2004**

Stamm/Sorte	Ertrag in kg/ha			$\alpha$ -Säuren in %			kg $\alpha$ -Säuren pro ha			Aroma 1 -30		
	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004
<b>Hall. Trad.</b>	2530	1855	2201	6,3	2,3	7,1	158	42	156	27	27	26
<b>91/013/025</b>	2515	1625	1920	7,5	2,4	6,9	188	40	132	27	27	26
<b>91/024/015</b>	1645	920	953	5,1	1,5	5,0	84	14	47	27	25	26
<b>91/033/015</b>	1785	1215	1398	5,9	2,4	5,0	106	29	70	27	26	27
<b>Hall. Taurus</b>	2780	1830	2618	17,0	11,0	18,4	474	201	481	22	23	21
<b>Hall. Merkur</b>	2105	1455	1422	13,6	7,4	14,4	286	108	205	23	23	23
<b>93/010/034</b>	2450	1640	2517	13,4	11,6	16,3	329	190	409	23	20	22
<b>93/010/036</b>	3480	1995	2802	15,8	12,0	16,5	551	240	465	23	21	22
<b>93/010/063</b>	3435	2540	3234	14,2	12,5	14,0	486	319	468	22	22	22
<b>93/024/733</b>	2120	1045	2160	12,7	7,3	13,4	269	77	288	23	24	24
<b>94/075/758</b>	2545	2010	1937	15,8	12,2	19,4	402	244	375	21	21	21
<b>94/075/761</b>	2535	2030	2336	15,5	13,6	18,2	393	276	424	22	22	21
<b>94/075/766</b>	2870	2380	2265	15,8	11,6	18,2	454	277	412	22	21	22
<b>95/094/721</b>	3185	2520	2640	12,3	11,1	15,0	390	279	397	21	21	21
<b>95/094/730</b>	3040	2275	1983	14,9	8,5	14,5	453	193	287	22	23	23
<b>95/094/850</b>	2705	1820	1614	13,8	11,3	15,9	373	206	256	22	22	22

$\alpha$ - und  $\beta$ - Säuren in % lfr.

Cohumulon in % der  $\alpha$ -Säuren

Nach den sehr guten Ergebnissen im Jahr 2002 führte die extreme Trockenheit im Jahr 2003 zu deutlich geringeren Erträgen und  $\alpha$ -Säurenwerten. Im Jahr 2004 sorgte ein Sturm kurz vor der Ernte für deutliche Ertragseinbußen.

Von den drei geprüften Aromazuchtstämmen hat der Stamm 91/013/025 vergleichbare Ergebnisse wie Hallertauer Tradition. Außerdem besitzt er sehr gute agronomische Eigenschaften und eine geringe Krankheitsanfälligkeit.

Im Bitterbereich erbrachten bisher nur die beiden angemeldeten Zuchtstämme 93/010/036 und 93/010/063 Ergebnisse, die etwa 10 % über der Vergleichssorte Hallertauer Taurus liegen.

Die Hauptprüfung 2000 wird mit der Ernte 2005 abgeschlossen.

#### 4.1.4.2 Hauptprüfung 2001 Rohrbach

**Tabelle 4.6 : Ergebnisse der Ernte 2002-2004**

Stamm/Sorte	Ertrag in kg/ha			$\alpha$ -Säuren in %			kg $\alpha$ -Säuren pro ha			Aroma 1 -30		
	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004
<b>Hall. Merkur</b>	2260	1630	2055	12,7	9,2	15,3	286	150	315	23	23	22
<b>94/075/248</b>	2750	1820	2145	12,3	8,0	14,8	338	145	318	21	22	20
<b>94/075/806</b>	2590	1830	2110	12,9	11,3	14,8	334	207	313	20	22	20
<b>95/094/741</b>	3080	2155	2510	13,4	9,5	13,5	414	205	339	23	23	22
<b>95/094/769</b>	2380	1825	1845	14,7	9,6	15,0	351	176	277	22	22	22
<b>95/094/816</b>	3820	2985	4120	15,9	11,9	19,2	605	354	790	22	20	21
<b>95/094/834</b>	2705	1840	2045	14,9	13,0	17,6	402	240	360	22	22	21
<b>95/099/790</b>	3045	2490	2750	14,4	8,8	15,2	438	220	419	22	19	21

$\alpha$ - und  $\beta$ - Säuren in % lfr.

Cohumulon in % der  $\alpha$ -Säuren

Auch in der Hauptprüfung 2001 zeigten sich auf Grund der Trockenheit im Jahr 2003 deutlich geringere Erträge und  $\alpha$ -Säurenwerte. Da diese Prüfung in der Mitte des Zuchtgartens liegt, hatte der Sturm kurz vor der Ernte 2004 nur geringe Auswirkungen auf die Erträge.

Im Vergleich zu Hallertauer Merkur und zu den anderen geprüften Zuchtstämmen sticht das Ergebnis von 95/094/816 (Herkules) deutlich heraus. Die Ertragsleistung in kg  $\alpha$  pro ha liegt ca. 60 % über dem Ergebnis des zweitbesten Stammes 95/099/790 und mehr als 100 % über dem der Vergleichssorte.

Die Hauptprüfung 2001 wird ebenfalls mit der Ernte 2005 abgeschlossen.

### 4.1.5 Ergebnisse der Praxisanbauprüfungen

#### 4.1.5.1 Aroma- und Bitterstämme auf dem Betrieb Schwarzmeier in Rohrbach

In dieser Anbauprüfung stehen 26 Zuchtstämme und Vergleichssorten in zweifacher Wiederholung. Sie wurde seit dem Jahr 2000 fast vollständig umgelegt, so dass nun alle aussichtsreichen Aroma- und Bitterstämme im direkten Vergleich geprüft werden können.

Besonders bemerkenswert ist auch hier das Ergebnis des Stammes 95/094/816 (Herkules), der den zweithöchsten Ertrag und den höchsten  $\alpha$ -Säuregehalt der gesamten Prüfung erbrachte.

**Tabelle 4.7: Ergebnisse der Ernte 2004**

Stamm/Sorte	Pflanzjahr	Ertrag kg/ha	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	Cohumulon	Aroma 1-30
<b><u>Aromastämme:</u></b>						
Perle	2002	2330	6,6	3,7	32,6	25
Hall. Tradition	1989	1966	7,0	4,5	25,2	26
Saphir	2001	2238	3,8	6,3	13,7	27
Opal	2000	2521	9,4	5,3	18,7	25
Smaragd	1997	2505	5,1	4,9	16,3	25
83/069/008	2001	2476	5,8	5,1	23,0	27
87/024/003	2002	2050	7,5	4,8	19,1	26
89/002/025	2001	2585	7,8	6,1	31,5	27
91/013/025	2000	2483	6,4	5,2	28,1	25
<b><u>Bitterstämme:</u></b>						
Hall. Magnum	1989	3784	15,7	6,0	26,4	23
Hall. Merkur	1995	2449	17,9	5,8	20,2	23
Hall. Taurus	1994	2956	16,8	4,5	24,6	22
93/010/036	2000	3584	17,3	5,3	28,9	22
93/010/063	1997	4173	13,8	5,1	34,2	22
95/094/721	2000	3229	15,4	5,9	30,3	22
95/094/816	2001	4122	18,0	5,9	32,0	22
97/060/011	2002	3342	16,7	6,4	32,9	21
97/060/721*	2004	-	12,7	5,5	37,1	22
97/065/753	2003	2387	14,0	5,0	24,3	20
98/097/738	2003	2227	14,0	4,6	28,3	20
99/056/021*	2004	-	14,7	5,4	27,8	22
99/061/006*	2004	-	15,1	4,3	29,2	22
99/062/727	2003	2154	16,1	5,3	26,5	22
99/093/718	2003	2753	17,2	5,9	26,2	21
2000/118/716*	2004	-	14,6	6,1	30,0	21
2001/085/016*	2004	-	15,3	5,5	27,2	23

$\alpha$ - und  $\beta$ - Säuren in % lfr.  
Cohumulon in % der  $\alpha$ -Säuren

\* Junghopfen

4.1.5.2 Prüfung von Hüller Zuchtstämmen mit niedrigen Cohumolonwerten auf Flächen der Busch-Farm in Hüll

**Tabelle 4.8 : Ergebnisse der Ernte 2004**

Stamm/Sorte	Pflanzjahr	Ertrag kg./ha	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	Cohumolon	Aroma 1-30
<b>Saphir</b>	1994	2200	3,3	6,1	13,4	28
<b>Opal</b>	1994	2015	10,2	5,1	18,1	26
<b>Smaragd</b>	1994	1800	6,1	4,7	17,6	27
<b>Glacier</b>	2001	2160	6,3	9,1	18,4	24
<b>87/024/003</b>	1994	1780	8,4	5,1	18,0	26
<b>91/013/025</b>	2001	2275	8,2	6,1	26,3	27
<b>91/033/015</b>	2001	1430	7,3	3,9	19,1	26
<b>93/053/033</b>	1999	2125	7,0	7,3	27,4	27
<b>93/059/005</b>	1999	2315	7,2	7,6	27,0	27
<b>93/081/013</b>	1999	1805	4,8	5,6	32,1	26
<b>93/088/003</b>	1999	2200	4,3	6,6	26,2	27
<b>94/015/041</b>	2002	1930	7,2	3,6	25,1	26
<b>94/029/015</b>	2002	2260	4,3	6,4	16,4	25
<b>94/045/015</b>	2002	2675	7,6	4,9	24,8	27
<b>96/001/017</b>	2003	1495	7,1	5,4	24,9	26
<b>96/001/024</b>	2001	2170	6,6	5,6	26,8	27
<b>96/008/014</b>	2001	2555	5,1	8,1	25,9	27
<b>96/016/034</b>	2003	1800	5,0	2,5	25,4	27
<b>96/030/011</b>	2001	2000	5,5	7,1	24,6	27
<b>96/035/026</b>	2003	1805	5,5	4,3	20,1	26
<b>96/037/025</b>	2003	1845	7,0	6,5	22,2	26
<b>97/007/011</b>	2003	2065	10,1	4,8	26,2	27
<b>97/026/006</b>	2003	1420	4,9	6,7	21,9	25

$\alpha$ - und  $\beta$ - Säuren in % lfr.

Cohumulon in % der  $\alpha$ -Säuren

Die Prüfung von Aromazuchtstämmen auf der Busch-Farm begann bereits im Jahr 1994. In den letzten drei Jahren wurden viele Zuchtstämme, die den brautechnologischen Anforderungen nicht entsprachen, gerodet und durch neue Zuchtstämme ersetzt.

Mittlerweile werden die sechs erfolversprechendsten Sorten und Zuchtstämme in Großparzellen mit einer Größe von ca. 1 ha geprüft.

4.1.5.3 Prüfung von Hüller Zuchtstämmen und Sorten an der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

**Tabelle 4.9 : Ergebnisse der Ernte 2003-2004**

Stamm/Sorte	Pflanz-jahr	Ertrag in kg/ha		$\alpha$ -Säuren in %	
		2003	2004	2003	2004
<b><u>Aromastämme:</u></b>					
<b>Perle</b>	1988	2035	1940	2,6	6,6
<b>Hall. Tradition</b>	1992	-	1930	-	6,5
<b>Saphir</b>	2001	-	2030	-	5,3
<b>Opal</b>	1996	1540	1550	2,4	6,5
<b>Smaragd</b>	1997	1450	2320	2,3	5,3
<b>83/069/008</b>	2002	1390	2400	3,2	5,5
<b>89/002/025</b>	2002	1040	2060	3,2	5,8
<b><u>Bitterstämme:</u></b>					
<b>North. Brewer</b>	1988	980	1390	6,2	7,7
<b>Hall. Magnum</b>	1992	2210	2210	11,8	16,8
<b>Hall. Merkur</b>	1996	1970	2020	9,4	15,8
<b>Hall. Taurus</b>	1996	-	1670	10,6	17,4
<b>Nugget</b>	1988	2120	2240	6,9	9,1
<b>93/010/034</b>	2002	1500	1400	11,2	18,3
<b>93/010/036</b>	2002	1910	2450	10,2	16,8
<b>93/010/063</b>	2002	1410	1710	6,8	17,0
<b>95/094/721</b>	2002	2300	2190	9,9	15,0
<b>95/094/730</b>	2002	2120	1980	10,1	13,6
<b>95/094/816</b>	2002	1910	2915	10,4	16,0

Die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft prüft seit Ende der 80er Jahre die interessantesten Hüller Zuchtstämme und Sorten auf die Anbaueignung im Gebiet Elbe-Saale.

Die im Jahre 2002 neu ausgepflanzten Zuchtstämme litten besonders stark unter der extremen Trockenheit im Jahr 2003, da das Wurzelsystem noch nicht voll ausgebildet war. Dies zeigen vor allem die sehr niedrigen  $\alpha$ -Säuregehalte im Vergleich zu den Werten des Jahres 2004.

#### 4.1.6 Neue Zuchtsorten des Hopfenforschungszentrums Hüll

Nach 18 Jahren intensiver Zuchtarbeit wurden die neuen Aromasorten Smaragd und Opal für den Anbau freigegeben. Hopfen, insbesondere Aromahopfen, bietet den Brauereien die Möglichkeit sich in den Bieren von anderen Marken zu unterscheiden. Die beiden Aromasorten zeichnen sich durch ein hervorragendes und sehr individuelles Aroma aus, das zu den Aromen der bestehenden Sorten deutliche Unterschiede zeigt. Die Brauereien können so neue Biere kreieren.

Bei den bisherigen Sudversuchen erbrachten Opal und Smaragd 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 Züchtungen des Hopfenforschungszentrums nicht ersetzen, sondern nur ergänzen.

**Tabelle 4.10 : Ergebnisse der Sorte Smaragd**

Mittelwerte	Ertrag kg/ha	$\alpha$ - Säuren	$\beta$ - Säuren	Cohumu- lon	Aroma 1-30
<b>2004</b>	2180	5,6	4,4	18,1*	26
<b>2003</b>	1780	3,2	2,7	15,2	25
<b>2002</b>	2135	6,3	5,4	13,8	25
<b>1991-2004</b>	1955	5,6	4,6	14,9	25

\* Cohumulongehalt bei Messung mit NIR Methode etwas höher

**Tabelle 4.11 : Ergebnisse der Sorte Opal**

Mittelwerte	Ertrag kg/ha	$\alpha$ - Säuren	$\beta$ - Säuren	Cohumu- lon	Aroma 1-30
<b>2004</b>	2100	9,1	5,0	18,1*	26
<b>2003</b>	1605	4,7	3,9	14,1	25
<b>2002</b>	2045	8,4	5,8	14,0	26
<b>1995-2004</b>	2050	7,6	5,0	15,2	25

\* Cohumulongehalt bei Messung mit NIR Methode etwas höher

Im Bitterbereich wurden im Dezember 2003 vier Zuchtstämme zur Zulassung angemeldet, wobei insbesondere der Zuchtstamm 95/094/816 herausragende Ergebnisse zeigte. Dies wird sowohl aus der Tabelle 4.12, als auch aus den Ergebnissen der Hauptprüfungen (Tabellen 4.6, 4.7 und 4.9) ersichtlich. Der in den bisherigen Versuchen festgestellte Fortschritt im Alphasäureertrag pro ha kann dazu beitragen, dass die deutschen Hopfenpflanzer auch in Zukunft am Weltmarkt konkurrenzfähig bleiben.

Am 6. Dezember 2004 entschied deshalb die Vorstandschaft der Gesellschaft für Hopfenforschung, den Zuchtstamm 95/094/816 unter dem Namen „Herkules“ (HS) für den Vertrieb freizugeben.

**Tabelle 4.12 : Ergebnisse der Sorte Herkules (95/094/816)**

Mittelwerte	Ertrag kg/ha	$\alpha$ - Säuren	$\beta$ - Säuren	Cohumu- lon	Aroma 1-30
<b>2004</b>	3409	17,2	5,5	30,7	22
<b>2003</b>	2477	11,4	3,6	29,6	20
<b>2002</b>	3113	15,6	5,2	36,0	22
<b>1997-2004</b>	3057	15,6	4,9	32,8	21

Von den Aromasorten Smaragd und Opal sowie von der neuen Hochalphasorte Herkules erhielten die großen Handelshäuser im Frühjahr 2004 jeweils bis zu 1000 Fechser, um interessierten Brauereien genügend Hopfen für Sudversuche zur Verfügung stellen zu können. Die kleineren Handelshäuser erhalten von der HVG die notwendigen Versuchsmuster.

Alle drei Sorten sind bereits in der im Dezember 2004 neu erschienenen Sortenmappe ausführlich beschrieben.

## 4.2 Biotechnologie

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

#### Ziel

Ziel des zum 01.11.2001 begonnenen Forschungsvorhabens ist die Etablierung einer effizienten Transformationsmethode für den Gentransfer bei Hopfen. Nach Etablierung der Transformationstechnik für bedeutende Hüller Hopfensorten sollen letztendlich Resistenzgene, insbesondere gegen pilzliche Erreger, in den Hopfen übertragen werden.

#### Ergebnisse

##### Herstellung eigener Konstrukte:

Parallel zur Methodenoptimierung wurden bereits im Herbst 2003 erste eigene Konstrukte mit einem Resistenz-Gen hergestellt.

Die Arbeit mit dem Hopfenchitinase1-Gen (= HCH1, nach Henning und Moore, 1999) erwies sich dabei als aufwändiger als zunächst angenommen. Das Gen konnte uns von Dr. Henning, Oregon State University, USA, zwar als genomischer Klon, nicht als cDNA zur Verfügung gestellt werden, so dass die Isolation und Amplifikation aufwändig über eine Induktion der Transkription (durch Infektion der Sorte 'Zenith' mit einem resistenzbrechenden Mehltausolat), RNA-Isolation, RT-PCR und PCR im Rahmen des vorliegenden Projekts erfolgen musste.

Auch die weitere Klonierung dieser cDNA erwies sich als schwierig – vermutlich aufgrund ausgeprägter Sekundärstrukturen im Endbereich des Gens. Das Gen konnte schließlich erfolgreich mit Restriktionsschnittstellen bestückt und gerichtet in einen Promoter eingebaut werden. Die Kontrolle der Konstrukte erfolgte jeweils über Auftragssequenzierungen. Eines dieser Konstrukte wurde schließlich in einen binären Vektor übertragen.

##### Transformation:

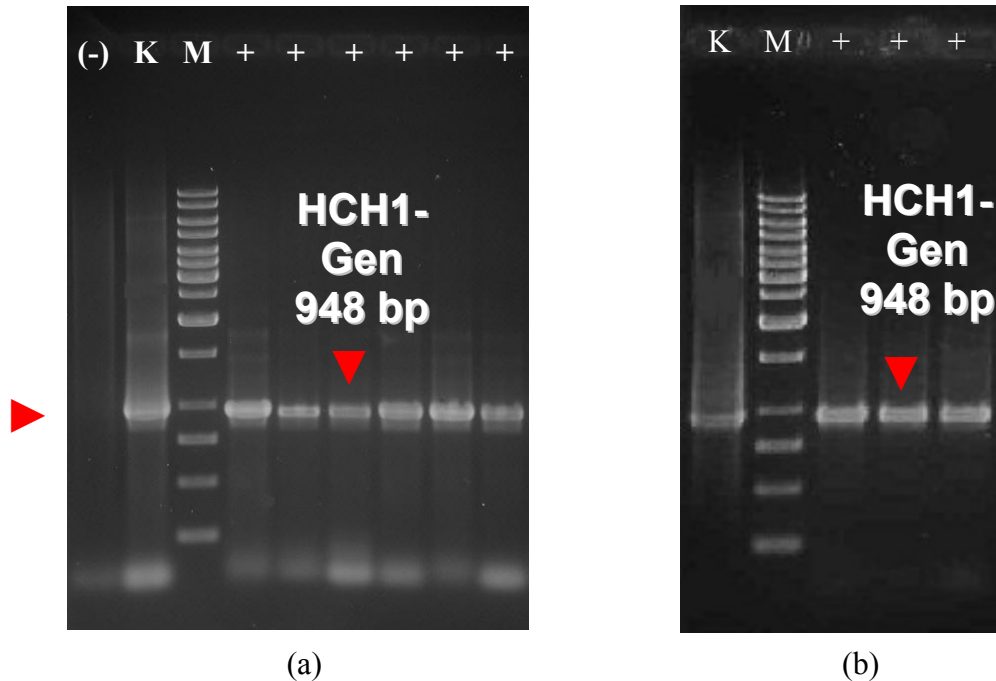
Internodien der Hüller Hopfensorten 'Hallertauer Magnum', 'Hallertauer Mittelfrüh' und 'Saazer' wurden mit vier der binären Konstrukte (c1B bis c4B), die das oben beschriebene Resistenz-Gen enthalten, mehrfach erfolgreich transformiert. Aufgrund der Gensequenz wird von den oben genannten Autoren angenommen, dass diese Chitinase bei der Resistenzreaktion gegenüber Echtem Mehltau beteiligt ist.

##### Regeneration und Kontrolle von transgenen Pflanzen:

a. *GUS-Gen*: seit Februar 2003 werden neun transgene 'Saazer'-Pflanzen der ersten Versuchsreihen erfolgreich im Gewächshaus kultiviert. Weitere GUS-transgene Pflanzen werden *in vitro* in Kultur gehalten. Alle Pflanzen erweisen sich als einheitlich und stabil transgen. Gen-'Silencing' oder Chimärenbildung wurden bisweilen in keinem Fall beobachtet.



b. *HCH1-Gen*: aus Internodien konnten Pflanzen regeneriert und selektiert werden. Bei 'Saazer' wie auch bei 'Hallertauer Mfr.' wurden mehrere auf Kanamycin selektierte Pflanzen mittels PCR (= auf DNA-Ebene) als positiv getestet (Abb. 4.1). Damit wurde der Nachweis erbracht, dass diese Pflanzen das Chitinase-Gen HCH1 in ihr Erbmaterial integriert haben. Diese transgenen Pflanzen wurden bereits in das S1-Gewächshaus überführt.



**Abb. 4.1:** Nachweis des eingebauten Chitinase-Gens HCH1 in transgenen Pflanzen der Sorte 'Saazer' (a) und 'Hallertauer Mittelfrüh' (b) über PCR. K = Positivkontrolle mit dem Konstrukt des Chitinase-Gens; M = Marker; (+) = transgene Pflanzen; (-) = Pflanze ohne inseriertes Gen;

In weiteren Tests sollte die Aktivität des übertragenen Resistenz-Gens auf Protein- bzw. Merkmalsebene nachgewiesen werden: Dazu mussten Methoden zur Überprüfung der Chitinase-Aktivität unter Laborbedingungen (SDS-PAGE, Chitinase-Isolation und -Immuno-Assay) etabliert werden:

- beim 'chitin binding assay' mit anschließender SDS-PAGE (Gijzen et al. 2001) konnten die transgenen Pflanzen nicht eindeutig von den Positiv- und Negativkontrollen unterschieden werden.
- bei ersten Infektionstests mit Mehltau (Seigner et al. 2002) an *in vitro*-Pflanzen wurden im Petrischalen-Maßstab jedoch erste resistente, teilweise resistente und anfällige Genotypen ausfindig gemacht.

#### Weitere Resistenzgene

Parallel zu den laufenden Transformationsversuchen wurden weitere Resistenz-Gene in die engere Auswahl genommen. Mittlerweile wurden PCR-Protokolle für vier weitere Chitinasen sowie zwei *Verticillium*-Resistenz-Gene optimiert. Diese stehen somit für künftige Klonierungs- und Gentransferarbeiten zur Verfügung.

### Optimierung des Transformations-Regenerations-Systems:

Weitere Phytohormon-Zusammensetzungen (TDZ, IAA; 2-iP) und Antibiotika-Reihen (Augmentin) wurden in Regenerationsversuchen getestet. Zurzeit werden verschiedene modifizierte MS-Medien in unsere Versuchsreihen mit einbezogen.

Probleme bereiten weiterhin endogene Kontaminationen mit pilzlichen und bakteriellen Erregern in der Hopfengewebekultur, aber auch exogene Erreger sowie Schädlinge (Spinnmilben) im Gewächshaus.

### **Ausblick**

Es soll weiterhin eine Optimierung der Regenerations- und Transformationsprotokolle für Hüller Zuchtsorten, und dabei insbesondere für die Sorte 'Hallertauer Mittelfrüh', erfolgen. Die Meristemkultur soll im Frühjahr wieder aufgenommen und ausgeweitet werden, um gesunde Pflanzen für Gentransferversuche bereitstellen zu können.

Weitere mögliche Tests für den Nachweis des übertragenen Resistenz-Gens auf Protein- bzw. Merkmalsebene (z.B. Western Blot, Infektionstests) werden zurzeit geprüft. Bei weiteren Infektionstests mit definierten Mehltaurassen (nach Seigner et al. 2002) im Petrischalen-Maßstab sollen transgene Pflanzen mit dem Chitinasegen aus dem Gewächshaus überprüft werden, um resistente, teilweise resistente und anfällige Genotypen ausfindig zu machen.

Die Herstellung weiterer Konstrukte für den Transfer von Pilzresistenz-Genen in den Hopfen soll in Kürze beginnen. Ziel dabei ist vor allem, mit dem Einbau dieser Gene ins Hopfengenom eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegenüber Echtem Mehltau und der *Verticillium*-Welke zu erreichen.

### **Literatur**

Gijzen M, Kuflu K, Qutob D & Chernys J.T. (2001) A class I chitinase from soybean seed coat. *Journal of Experimental Botany* 52: 2283-2289

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

## 4.3 Genomanalyse

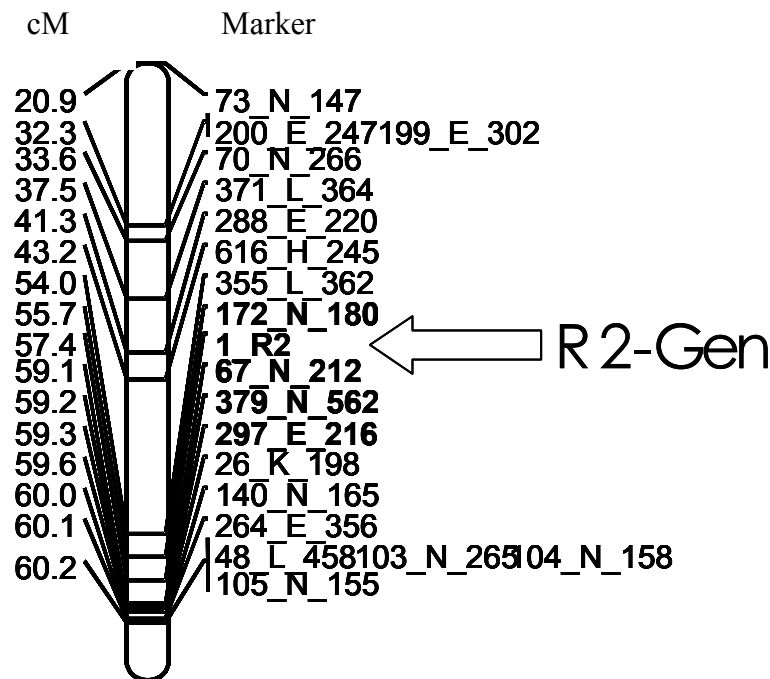
### 4.3.1 Identifizierung von Mehlauresistenzmarkern

Ziel des Forschungsprojektes „Entwicklung molekularer Selektionsmarker für Mehlauresistenz zur effektiven Unterstützung der Züchtung von Qualitätshopfen“ (Wifö-Nr. B80) ist es, der wirtschaftlich bedeutendsten Krankheit im Hopfenbau, dem Echten Mehltau, präventiv entgegen zu treten. Die Kombination (Pyramidisierung) mehrerer verschieden wirksamer Mehlauresistenzgene im Zuchtmaterial ist ein wichtiges Kriterium in der Züchtung neuer Hopfensorten, mit denen die Pflanzler wirtschaftlich und umweltgerecht Qualitätshopfen produzieren können. Über die Etablierung einer markergestützten Selektion in der Züchtung kann dies ohne Veränderung des Genmaterials, ohne aufwändige Infektionstests und unabhängig von Umwelteinflüssen erreicht werden.

Der Schwerpunkt dieses Projektes liegt in der Erarbeitung und Kartierung molekularer Marker für das *R2*-Gen der Sorte 'Wye Target'. Diese Resistenz ist breit im Hüller Züchtungsmaterial verankert und vermittelt bislang noch Schutz gegen Mehltauinfektionen. Virulente Mehltaurassen, die die *R2*-Resistenz brechen könnten, wurden bisher noch nicht in der Hallertau festgestellt.

Im Laufe des Projektes wurden mehrere Kartierpopulationen erstellt. Zuerst wurden aus diesen spaltenden Populationen über die bulk segregant-Methode Resistenzmarker erarbeitet. Anschließend wurden diese Marker hinsichtlich ihrer Gültigkeit und Zuverlässigkeit in anderen Kreuzungen verifiziert. Die Resistenzdaten für die jeweiligen Kartierpopulationen wurden im Labor unter Nutzung des Blatttestes gewonnen. Dazu wurden je 120 Pflanzen einer Kartierpopulation mit definierten Mehltaurassen infiziert und auf Mehltaubefall hin bonitiert. Das Spaltungsergebnis (resistent:anfällig) wurde mit einem Chi-Quadrat-Signifikanztest auf die zu erwartende 1:1 Spaltung hin überprüft. Aus der Kreuzung 84/8/24 (*R2*) x 98/44/49 gingen 53 resistente und 67 anfällige Hopfensämlinge hervor. Bei  $\chi^2 = 1.63$ ;  $P > 0.05$  und  $df = 1$  kann davon ausgegangen werden, dass ein dominantes Hauptgen die Resistenz bedingt.

Im Zuge dieses Projektes konnte erstmals bei Hopfen der Genort für eine Krankheitsresistenz kartiert werden. Über eine Kopplungsanalyse mit der Software JoinMap 3.0 konnte ausgehend von insgesamt 620 AFLP- und 17 Mikrosatellitenmarkern eine weibliche und männliche genetische Karte erstellt werden. Mit insgesamt 17 Kopplungsgruppen konnten fast alle der 20 Hopfenchromosomen erfasst werden. Bei einem LOD von 6 kartierten 303 AFLP- und 18 SSR- (simple sequence repeat) Marker auf insgesamt 9 weibliche Kopplungsgruppen. Diese Marker beschreiben zusammen 320,6 cM des Genoms. Die männliche Karte umfasst 150 AFLPs und 15 SSRs und umfasst 237,4 cM des Genoms. Auf der mit insgesamt 101 cM größten weiblichen Kopplungsgruppe konnte das *R2*-Resistenzgen und mehrere Mehlauresistenzmarker lokalisiert werden (Abb. 4.2). Die Marker 172\_N\_180 und 67\_N\_212 flankieren das *R2*-Gen mit jeweils 1,7 cM. In den Kreuzungen Target (*R2*) x 93/36/2; Target (*R2*) x 96/9/1 und Buket x 98/ 27/ 731 (*R2*) konnten die Resistenzmarker verifiziert werden.



**Abb. 4.2:** Kartierung des *R2*-Mehltauresistenzgens im Hopfengenom

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

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, molekulare Marker zu entwickeln, mit denen in der Züchtung schneller und gezielter auf brautechnisch bedeutende Inhaltsstoffe hin selektiert werden kann. Im Mittelpunkt stehen hierbei die  $\alpha$ - und  $\beta$ -Säuren, Cohumulon und das aufgrund seiner antikanzerogenen Wirkung auch züchterisch mittlerweile sehr bedeutende Xanthohumol. Über einen QTL (quantitative trait loci)-Ansatz kann in diesem Projekt auch erstmals eine genaue Aussage getroffen werden, wie groß der Einfluss verschiedener Standorte auf diese Inhaltsstoffe ist.

Von den bislang gewonnenen phänotypischen Daten in der Feldbonitur erwies sich die Rebfarbe als ein sehr gut zu bonitierendes und vor allem gut reproduzierbares Merkmal. Variationen in der Rebfarbe (0-4) innerhalb genetisch gleicher Pflanzen waren wesentlich geringer als bei Geschwisterpflanzen. Dieses Merkmal hat somit gute Voraussetzungen später über molekulare Marker identifiziert zu werden, da hier der genetische Einfluss wohl stärker ist als der Umwelteinfluss. Die geplanten Untersuchungen des Internodienabstandes und der Länge der Seitenlateralen erwies sich als sehr schwierig und wurde daher nach kurzer Zeit abgebrochen. Ausschlaggebend hierfür war, dass der jeweilige Parameter äußerst schwierig zu erfassen war. Andererseits traten auch stärkere Schwankungen innerhalb genetisch gleicher Individuen im Vergleich zu verwandten Pflanzen auf. In diesem Versuchsjahr wurde außerdem eine Doldenbonitur der insgesamt 1120 beernteten Hopfenmuster aus Hüll und Rohrbach durchgeführt. Die einzelnen Parameter waren Zerblätterung, Doldenform, Doldengröße, Doldenverlaubung und Krankheiten. Inwieweit diese Parameter in den nächsten Versuchsjahren wieder untersucht werden, wird vom noch ausstehende Ergebnis der Auswertungen abhängen.

Die Inhaltsstoffe der einzelnen Hopfenmuster aller untersuchten Standorte werden momentan analysiert. Für die genetische Karte wurden bislang mit 100 AFLP-Primerkombinationen 660 Marker ausgewertet. Mit 15 Mikrosatelliten konnten 39 Allele detektiert werden.

#### **4.3.3 Praktische Anwendung der Genomanalyse in der Züchtung, Vermehrung und Hopfenwirtschaft**

Auch im vergangenen Jahr konnten für die Hopfenwirtschaft Marker speziell im Bereich der Sortendifferenzierung erfolgreich eingesetzt werden. Es handelte sich hierbei vor allem um Fragestellungen im Bereich der Sortenreinheit, die über AFLP- und Mikrosatellitenanalysen geklärt werden konnten.

In der Hüller Züchtung konnten aus einer Gruppe krankheitsresistenter Sämlinge, die im Spätherbst ihr Geschlecht noch nicht zeigten, männliche Hopfen über DNA-Marker selektiert werden.

Des Weiteren wurde damit begonnen, den bestehenden Hopfenstammbaum zu aktualisieren. Hierzu wurden mit insgesamt 28 AFLP-Primerkombinationen 265 AFLP-Marker produziert, die momentan zur Bestimmung der genetischen Verwandtschaft verrechnet werden. Diese genetischen Stammbäume beim Hopfen wurden vielfach für die Auswahl bestimmter Hopfen in verschiedenen Forschungsprojekten herangezogen.

Als wichtigstes Beispiel angewandter Züchtungsforschung erwiesen sich im vergangenen Jahr Fingerprintanalysen der neuen Sorten 'Opal' und 'Smaragd', die begleitend zur erfolgreichen Markteinführung durchgeführt wurden.

## 5 Hopfenbau, Produktionstechnik

Johann Portner, Dipl. Ing. agr.

### 5.1 Nmin-Untersuchung 2004

Die Stickstoffdüngung nach DSN (Nmin) ist in der Praxis eingeführt und zu einem festen Bestandteil der Düngeplanung geworden. Im Jahr 2004 wurden in Bayern 4029 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. Auffällig ist, dass nach Jahren mit niedrigen Nmin-Werten im Frühjahr 2004 sehr hohe Stickstoffgehalte im Boden festgestellt wurden. Zurückzuführen sind die hohen Nmin-Werte auf das Trockenjahr 2003, in dem Stickstoff mit dem Kapillarwasser nach oben transportiert wurde, Dünger zum Teil ungelöst im Boden verblieb und aufgrund der niedrigen Erträge weniger N aufgenommen wurde.

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

**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
1993	3149	124	146
1994	4532	88	171
1995	4403	148	127
1996	4682	139	123
1997	4624	104	147
1998	4728	148	119
1999	4056	62	167
2000	3954	73	158
2001	4082	59	163
2002	3993	70	169
2003	3809	52	171
2004	4029	127	122

In der Tabelle 5.2 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. Festzustellen ist, dass die Landkreise Eichstätt und Roth die höchsten Nmin-Werte und der Landkreis

Hersbruck den niedrigsten Nmin-Wert aufwies. Entsprechend umgekehrt verhalten sich die Stickstoffdüngempfehlungen.

**Tabelle 5.2: Zahl, durchschnittliche Nmin-Gehalte und Düngempfehlungen aus den Hopfengärten der Landkreise und Anbaugebiete in Bayern 2004**

Anbaugebiet	Landkreis	Zahl der Proben	Nmin kg N/ha	Düngempfehlung kg N/ha
Hallertau	Kelheim	1571	123	128
	Pfaffenhofen	1291	124	122
	Freising	448	141	109
	Landshut	292	107	132
	Eichstätt	253	156	97
<b>Durchschnitt</b>	<b>Hallertau</b>	<b>3855</b>	<b>127</b>	<b>122</b>
Spalt	Roth	143	156	101
	Weißenburg-Gunzenhausen	0		
<b>Durchschnitt</b>	<b>Spalt</b>	<b>143</b>	<b>156</b>	<b>101</b>
Hersbruck	Hersbruck	31	71	141
<b>Bayern</b>		<b>4029</b>	<b>127</b>	<b>122</b>

In Tabelle 5.3 sind die Werte nach Sorten aufgelistet.

**Tabelle 5.3: Zahl, durchschnittliche Nmin-Gehalte und Düngempfehlung bei verschiedenen Hopfensorten in Bayern 2004**

Sorte	Zahl der Proben	Nmin kg N/ha	Düngempfehlung kg N/ha
Nugget	100	95	147
Hallertauer Merkur	43	99	141
Hallertauer Mfr.	506	107	126
Hallertauer Magnum	1016	109	135
Saphir	31	116	31
Brewers Gold	10	120	126
Hallertauer Taurus	382	122	128
Target	16	128	122
Hersbrucker Spät	269	129	121
Hallertauer Tradition	501	138	115
Spalter Select	236	144	113
Perle	725	151	103
Spalter	49	161	99
Northern Brewer	133	171	101
Sonstige	12	94	146

## 5.2 Anfall, Raumgewicht und Nährstoffgehalt von Rebenhäcksel zum Zeitpunkt der Ausbringung

Die Rückführung von Nährstoffen aus organischen Düngern oder Ernterückständen muss bei der Düngebedarfsermittlung berücksichtigt werden. Da Rebenhäcksel nicht in der gleichen Menge, in der er anfällt, in die Hopfengärten zurücktransportiert wird, ist eine gesonderte Ermittlung und Anrechnung der Mengen und Nährstoffgehalte erforderlich.

Ziel der Untersuchungen war es festzustellen, inwieweit sich der Rebenhäcksel durch die Heißrottephase in Volumen, Gewicht und Nährstoffgehalt verändert. Da Wiegeungen bei organischen Düngern im landwirtschaftlichen Betrieb selten stattfinden, das Volumen der Transportfahrzeuge aber bekannt ist, war die Ermittlung des Raumgewichts des Rebenhäcksel zum Zeitpunkt der Ausbringung ebenfalls von Interesse.

### Methode:

Auf zwei landwirtschaftlichen Betrieben wurde der Rebenhäcksel von Hopfengärten definierter Größe der Sorten Perle, Hallertauer Magnum und Hallertauer Taurus auf gesondertem Haufen praxisüblich im Freien gelagert. Nach Abschluss der Erntearbeiten wurde der Rebenhäcksel mit dem Frontlader auf Mist- bzw. Kompoststreuer aufgeladen, gewogen und ausgefahren. Die Umrechnung auf das Raumgewicht erfolgte bei definierten Fuhren (ebene Beladung) über die Berechnung des Transportvolumens.

An verschiedenen Stellen des Haufens wurden in 6-facher Wiederholung Proben zur Ermittlung des Nährstoffgehaltes gezogen. Nach einer Vortrocknung und Separierung der Drahtstifte wurden die Nährstoffgehalte im Labor in Freising untersucht.

### Ergebnisse:

Der **Anfall** an Rebenhäcksel schwankt je nach Betrieb und Sorte beträchtlich. Betrieb A litt trotz guter Erträge stärker an Trockenheit. In der Rebengröße bzw. dem Habitus waren bei der Sorte Hallertauer Magnum deshalb deutliche Unterschiede, die sich im Rebenhäckselanfall widerspiegeln. Der durchschnittliche Anfall von 130 dt/ha Rebenhäcksel aus dem Grünen Heft wurde unter Berücksichtigung des Habitus bestätigt, wenngleich für Bestände und Sorten mit schwächerer Rebenform entsprechende Abschläge zu machen sind.

Das ermittelte **Raumgewicht** des Rebenhäcksel zum Zeitpunkt der Ausbringung schwankte je nach Betrieb und Sorte zwischen 320 und 363 kg/m<sup>3</sup>. Berücksichtigt man eine gewisse Verdichtung oder Überladung gegenüber den Abmessungen am Transportfahrzeug, so ist in der Praxis von einem durchschnittlichen Raumgewicht von 350 kg/m<sup>3</sup> auszugehen.

Die **Nährstoffgehalte** schwankten insbesondere beim Stickstoff besonders stark zwischen den Wiederholungen, aber auch zwischen den Sorten und Betrieben.

Um allgemeingültige Durchschnittswerte abzuleiten, müssen weitere Untersuchungen gemacht werden.

Beim Vergleich mit den Werten aus dem „Grünen Heft“ fällt auf, dass größere Abweichungen beim K<sub>2</sub>O- und MgO-Gehalt bestehen. Weitere Analysen könnten zur Klärung der Differenzen beitragen.



**Tabelle 5.4: Vergleich der Rebenhäckselerhebungen mit den Werten im “Grünen Heft“**

	Betrieb A			Betrieb B	Durchschnitt	
	PE	Taurus	HM	HT	Versuche 2004	Grünes Heft
Ernte	28.08.-1.09.	8. – 11.09.	2. – 8.09.	7. – 9.09.		
Ausbringung	16.09.	16.09.	16.09.	21.09.		
Rottedauer (Ø Tage)	17	7	11	13	<b>12</b>	-
Doldenertrag (kg/ha)	1946	2667	2100	2797	<b>2377</b>	<b>2000</b>
Anfall (dt/ha)	94	124	111	156	<b>121</b>	<b>130</b>
Rebengröße/Habitus	Ø	Ø	Unter Ø	Über Ø		
Raumgewicht (kg/m <sup>3</sup> )	363	347	320	324	<b>339</b>	-
Nährstoffgehalte (kg/t) Bei 27 % TS (Ø 6WH) pH-Wert	6,7	6,8	6,9	6,6	<b>6,8</b>	-
Ges.-N	8,2	5,4	5,6	7,4	<b>6,6</b>	<b>5,5</b>
NH <sub>4</sub> -N	0,4	0,3	0,3	0,4	<b>0,4</b>	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,0	1,4	2,0	1,9	<b>1,8</b>	<b>2,0</b>
K <sub>2</sub> O	5,1	4,2	4,1	6,4	<b>5,0</b>	<b>7,7</b>
MgO	3,1	2,7	2,8	2,3	<b>2,7</b>	<b>1,2</b>
S	0,8	0,6	0,7	0,6	<b>0,7</b>	-

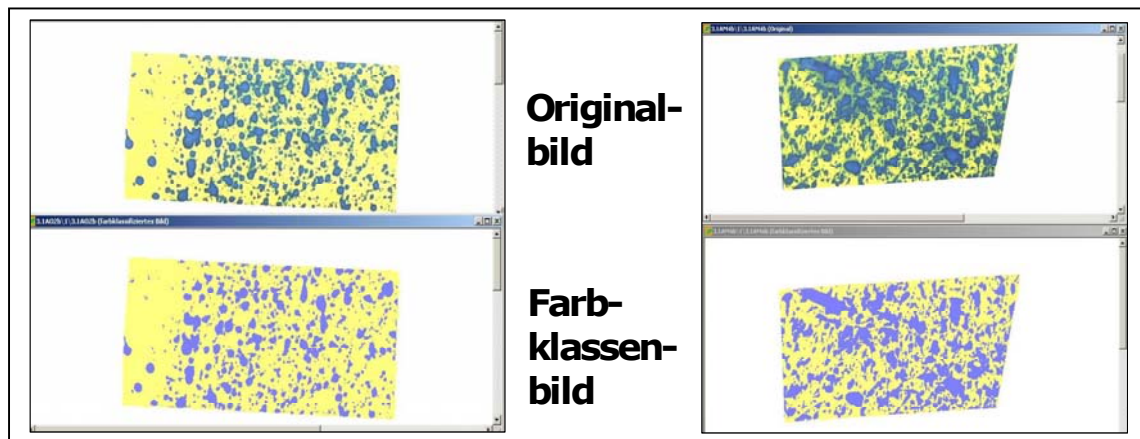
### 5.3 Benetzungsversuche zur Optimierung der Applikationstechnik bei Sprühgeräten

Versuche zur Optimierung des Spritzbelages wurden bereits in den 70er Jahren durchgeführt. Einflussfaktoren wie Wassermenge, Fahrgeschwindigkeit, Gebläseleistung und Arbeitsbreite standen damals im Mittelpunkt des Interesses. Mit Einführung der TurboDrop-Düsen in den 90er Jahren und zunehmenden Problemen mit der Bekämpfung von Schaderregern v.a. in der Gipfelregion anfälliger Sorten, stellt sich die Frage der Verbesserung der Benetzung von neuem. Mit der aktuellen Düsengeneration ergeben sich des weiteren Fragen zu den Einflussfaktoren Düsenbestückung, -anordnung und Spritzdruck.

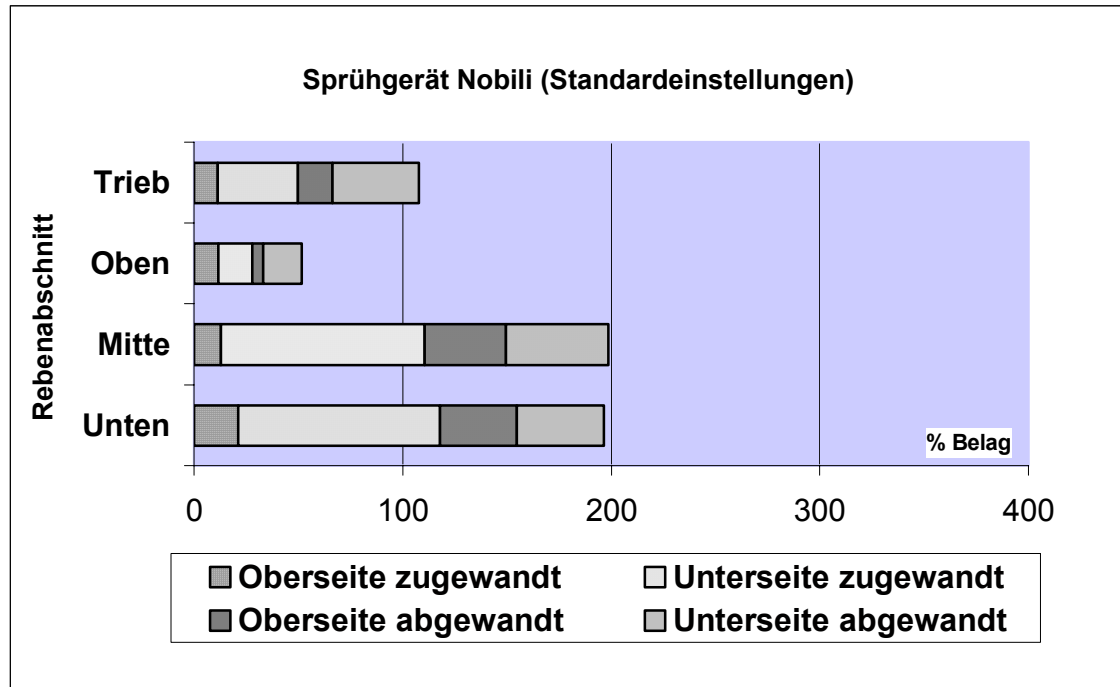
Zur Lokalisierung von Defiziten beim Spritzbelag wurden 2004 erste Belagsmessungen beim Einsatz von Sprühgeräten gemacht. Dazu wurden in 4 Wiederholungen an Hopfenblättern im unteren, mittleren und oberen Rebenbereich, sowie an einem Triebblatt an der Blattunter- und -oberseite ca. 6 x 2 cm große Streifen wassersensitives Papier befestigt, die bei Benetzung mit Wasser die Farbe von gelb nach blau verändern. Nach der Applikation bei einer Arbeitsbreite von 6,40 m wurden die trockenen Papierstreifen abgenommen, beschriftet und luftdicht zur späteren Auswertung aufbewahrt. Die prozentuale Bestimmung des Spritzbelages erfolgte mit Hilfe eines Bilderfassungsgerätes (Scanalyzer). Dazu wird

das von der Kamera aufgenommene Originalbild in ein Farbklassenbild umgewandelt (s. Abb: 5.1) und die Farbklassen blau (= Benetzung), gelb (= ohne Benetzung) und weiß (= Hintergrund) anteilig quantifiziert.

**Abbildung 5.1: Original- und Farbklassenbild des Scanlers**



**Abbildung 5.2: Prozentuale Benetzung der Versuchsspritze in Hüll unter Standardbedingungen**



Auf Abbildung 5.2 ist die prozentuale Benetzung mit der Versuchsspritze in Hüll zu sehen. Die Applikation wurde am 30.07.04 bei der Sorte Hallertauer Mfr. mit 2400 l Wasser, 2 km/h Fahrgeschwindigkeit, 24 bar Druck und mit der im „Grünen Heft“ empfohlenen Standarddüsenbestückung 1 durchgeführt. Auffällig ist die deutlich schlechtere Benetzung im Gipfelbereich (Oben, Trieb) was sich mit Versuchsergebnissen aus früheren Jahren deckt. Zu sehen ist auch, dass auf den Blättern der „abgewandten Reben“ (zwischen der Fahrgasse) weniger Belag gemessen wurde als auf der „zugewandten Seite“ (in der Fahrgasse). Auswertungen über alle Versuchsreihen hinweg ergeben für die Reben in der Fahrgasse eine Benetzung von 45 %, während die Aufleitungen zwischen den Fahrgassen lediglich eine durchschnittliche Benetzung von 33 % hatten.

In einer Versuchsvariante wurde die Düsenbestückung jeweils um eine Größe reduziert und der Druck entsprechend erhöht. Als Ergebnis stieg der durchschnittliche Spritzbelag um 11 % an, im Bereich des Gipfels (Oben + Trieb) war sogar eine Belagserhöhung von 22 % auf 38 % zu erzielen.

Der Vergleich der Versuchsspritze in Hüll (Nobili), Standarddüsenbestückung mit 14 Düsen, mit einem Sprühgerät, das links und rechts eine zusätzliche Düse im oberen Bereich hat, führte zu folgendem Ergebnis. Die Gesamtbenetzung lag bei der Spritze mit den 16 Düsen bei 44 % (Nobili: 37 %). Der Gipfelbereich (Oben + Trieb) wurde mit 36 % deutlich besser benetzt als bei der Hüller Spritze mit 22 %. Die Benetzung des Bodens inklusive Abtropfverluste waren geringer.

Die Versuchsergebnisse haben gezeigt, dass die bisher empfohlene Applikationstechnik und Düsenbestückung verbesserungsfähig ist. Voraussetzung für eine optimale Benetzung ist, dass das Gerät einwandfrei funktioniert (regelmäßiger „Spritzen-TÜV“ und die Wassermenge, Arbeitsbreite, Fahrgeschwindigkeit und Luftleistung optimal auf die Einsatzbedingungen abgestimmt sind. Hinzukommt, dass für die Generation der Injektordüsen, die heute im Hopfenbau Stand der Technik sind, der Spritzdruck eine größere Rolle spielt. Des Weiteren muss die Düsenanordnung und -bestückung je nach Einsatzbedingungen stärker als bisher variiert werden. Entsprechende Empfehlungen sollen in der Fortführung der Versuche erarbeitet werden.

## **5.4 Hopfenputzen durch Abflammen**

In einem Praxisversuch wurde das Abflammen zum Hopfenputzen eingesetzt. Ziel war es, erste Erfahrungen mit der Technik zu sammeln, die Wirkungsweise zu sehen und die Kosten des Verfahrens zu ermitteln.

An der Fronthydraulik des Schleppers (s. Abb. 5.3) waren für jede Bifangseite 4 Einzelbrenner angebracht. Durch die hydraulische Höhen- und Seitenverstellung der Brenner konnte das Entwicklungsstadium des Hopfens berücksichtigt und die optimale Entfernung und Behandlungshöhe eingestellt werden. Als Energiequelle wurden 9 Propangasflaschen mit je 33 kg Gas im Heckanbau mitgeführt. Der Einsatz erfolgte vor dem Ackern bei einer Wuchshöhe des Hopfens von ca. 3m. Bei einer Fahrgeschwindigkeit von 3,2 km/h wurde eine Flächenleistung von 0,8 ha pro Arbeitsstunde erzielt. Der Verbrauch an Propangas betrug 30 kg /ha, wodurch Energiekosten für das Abflammen von ca. 30 €/ha entstanden.

**Abbildung 5.3: Brenner zum Abflammen im Frontanbau**



Die gute Flächenleistung wird derzeit durch das Vereisen der Propangasflaschen im Einsatz begrenzt. Dadurch kommt es zu einer unzureichenden Gasversorgung der Brenner und zu einer Zwangspause beim Abflammen.

**Abbildung 5.4: Wirkung des Abflammens 1 Stunde nach der Anwendung**



## 5.5 Hopfenputzen mit Reglone und verschiedenen Netzmitteln

Die Zugabe von Additiven zu Pflanzenschutzmitteln zur Verbesserung der Haftung, Aufnahme und Wirkung wird in der Praxis zunehmend diskutiert. Die Reduzierung der Pflanzenschutzmittelmenge aufgrund der Teilflächenbehandlung beim Hopfenputzen führt zur Überlegung, die Wirkstoffkonzentration in der Spritzbrühe durch Reduzierung der Wasseraufwandmenge beizubehalten oder eine verbesserte Wirkung über den Zusatz von Additiven zu erreichen. Diese Fragestellungen sollten in einem Praxisversuch abgeklärt werden.

Der Abspritzversuch wurde bei der Sorte Taurus in Osterwaal am Freitag, den 23.07.04 mit einem Unterstockspritzgestänge im Frontanbau mit 2 TD-Düsen (04) pro Seite durchgeführt. Die Bedingungen waren optimal. Vorangegangene Niederschläge hatten die Blätter aufgeweicht. Der Unkrautdruck war relativ gering; dagegen bedeckten Boden- und herabhängende Seitentriebe bis zu einem Drittel des Bifangs. Die Versuchsanordnung und Bonituren sind den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen.

**Tabelle 5.5: Versuchsplan**

Nr.	Mittel +Additiv	Aufwandmenge/ha	Wassermenge/ha
1	Reglone +Adhäsit	1,8 l +0,1 %	500
2	Reglone +Adhäsit	1,5 l +0,1 %	500
3	Reglone +Adhäsit	1,2 l +0,1 %	500
4	Reglone +Oleo FC	1,5 l +0,1 %	500
5	Reglone +Arma	1,5 l +0,03 %	500
6	Reglone +Break Thru	1,5 l +0,03 %	500
7	Reglone +Arma	1,5 l +0,03 %	300
8	Reglone +Break Thru	1,5 l +0,05 %	300

### Ergebnis:

Aufgrund der günstigen Einsatzbedingungen wurden in allen Varianten gute Wirkungen erzielt. Lediglich die 3. Parzelle mit der reduzierten Reglonemenge fiel in der Wirkung sichtbar ab. Das Haft- und Penetrationshilfsmittel Arma und der Super-Spreiter Break Thru S 240 haben trotz Reduzierung der Wasseraufwandmenge um 40 % zu gleich guten Ergebnissen geführt.



## 5.6 Auftreten und Bekämpfung des Maiszünslers (*Ostrinia nubilalis*) im Hopfen

Auszug aus der Diplomarbeit von Stephan Schinagl, FH Weihenstephan.

Der im Hopfen als Minderschädling eingestufte Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) ist in der Hopfen-Fachliteratur erwähnt. Im Jahr 2002 waren, nach dem Auftreten in den vierziger Jahren, wieder Schäden an Hopfen v. a. im Jura zu verzeichnen.

Die Kartierung der Maiszünsler-Befallsgebiete in Bayern zeigt, dass die Hopfenanbaugebiete Hallertau und Spalt in den Befallsgebieten liegen.

### Schädigung:

Schäden am Hopfen werden überwiegend durch den Reifungsfraß der Zünslerlarven im Hohlmark der Triebe verursacht. Durch die Verletzung der Leitungsbahnen wird die Wasser- und Nährstoffversorgung, sowie der Assimilationstransport unterbrochen. Beim Ein- und Ausbohren am Nodium werden oft Seitentriebe verletzt, die dann mit dem Doldenanhang absterben. In der Konsequenz bedeutet dies, dass dünnrebigere Sorten wie Perle oder Hallertauer Tradition wesentlich empfindlicher reagieren als starkrebigere Sorten wie Spalter Select oder Hallertauer Magnum.

### Ausgangssituation:

Die Bonituren im März 2004 nach dem mechanischen Rückschnitt der Hopfenstöcke ergaben, wie im Vorjahr, keinen Hinweis, dass Zünslerlarven unter der Bodenoberfläche im Schnittfechser bzw. im Wurzelstock überwintern.

Auf benachbarten Flächen, die 2003 mit Mais bestellt waren, konnten in auf dem Boden liegenden Maisstoppeln zahlreiche überwinternde Larven gefunden werden. Nachfolgende Tabellen zeigen die Einstufung und das Ausgangspotential an Larven für den erwarteten Falterflug aus den bonitierten Flächen.

**Tabelle 5.7: Einstufung des Ausgangspotentials für den erwarteten Falterflug**

Erwarteter Falterflug	gering	mittel	stark
Anzahl Larven/100 m <sup>2</sup>	0 – 10	11 – 30	> 31

**Tabelle 5.8: Boniturergebnisse der Flächen des Standortes Nietenhäusen**

Ausgangsflächen	Bedeckung mit Maisstroh bzw. Hopfenstrünke %	Stängel; Strünke / 100 m <sup>2</sup> n	Anzahl Larven / 100 m <sup>2</sup> n	Erwarteter Falterflug Nach Tab. 5.
Hopfen: H.Taurus	4	40	0	gering
Hopfen: Perle	4	40	0	gering
Winterweizen (südl. Teil)	6 – 7	99	37	stark
Winterweizen (nördl. Teil)	5 – 6	86	15	mittel

### **Pheromonfallen und Rassenfeststellung:**

Um keine Beeinträchtigung der verschiedenen Pheromone zu verursachen, wurden auf drei verschiedenen Schlägen mit großem Abstand zueinander die Dispenser für die Z-Rasse, E + Z-Rasse und E-Rasse in den Weizenschlägen mit Vorfrucht Mais am 1.06.04 aufgestellt.

Der erste männliche Falter wurde am Standort Nietenhausen (Zentralhallertau) am 28.06., in Ried (Jura) am 14.07. gefangen. Der Flughöhepunkt wurde wegen dem kühlen Temperaturverlauf sehr spät zwischen dem 14.07. und 18.07. erreicht (2002 – 5.07., 2003 – 23.06. lt. LwA Ingolstadt).

Es wurden nur in den Pheromonfallen der Z-Rasse Fänge verzeichnet. Am Standort Ried 7 Stück und am Standort Nietenhausen 19 Stück.

### **Lebendfang mittels Lichtfalle:**

Die Lichtfalle mit Fangkäfig wurde in Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. Schuphan von der Rheinisch-Westfaelisch Technischen Hochschule Aachen betreut.

Am 6.07. war der erste Falterfang am einzigen Standort Nietenhausen zu verzeichnen. In der Summe wurden bis zum 30.07. 24 männliche und 49 weibliche Falter gefangen. In den begehbaren, ca. 2 m hohen Käfig wurden Hopfenpflanzen eingebracht, so dass das Auffinden der Eigelege, das im Freiland wegen der Ablagehöhe in 5-7 m Höhe sehr schwierig ist, gezielt mit Nummerierung vorgenommen werden konnte.

Fragen wie: Schlüpfvorgang durch das Blatt an die Blattoberseite, wie bei Mais oder aus der Eihülle an der Blattunterseite, erste Nahrungsaufnahme, erstes Einbohren usw. konnten aus den bisherigen Literaturangaben für Hopfen nicht beantwortet werden.

Obwohl weibliche Falter im Käfig schon lang vorhanden waren, konnte die erste Eiablage erst am 26.07. bonitiert werden. Die Erklärung dafür lieferten die Boniturergebnisse im Freiland. Auch dort werden nur kräftige Pflanzen angenommen. Die Blätter mit Eigelegen hatten eine Mindestgröße von 30 cm<sup>2</sup>. Erst als die kräftigste Jungpflanze im Käfig diese Blattgröße erreicht hat, gab es dort Eigelege. Bis zum Ende der Flugphase wurden insgesamt 13 Eigelege nur an dieser kräftigsten Hopfenpflanze gezählt.

Die Larven verlassen die Eihülle an der Blattunterseite, ernähren sich durch einen Fensterfraß an der Blattunterseite und bohren sich nach 1-2 Tagen in die schützende Triebbasis.

Für das zur Verfügung stellen der Lichtfalle und die gute Zusammenarbeit mit dem Team von Herrn Professor Dr. Schuphan sei an dieser Stelle nochmals gedankt.

### **Befallsbeurteilung im Kulturhopfen vor der Ernte**

Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Ausgangspotential überwinternder Larven und dem Folgebefall von benachbarten Mais- und Hopfenflächen. In Tabelle 5.9 ist das Ausgangspotential und die Befallshäufigkeit auf den Maisversuchsflächen dargestellt.



**Tabelle 5.9: Ausgangspotential und Befallshäufigkeit der Versuchsfleichen Mais**

	Standort Ried		Standort Nietenhausen	
	Ausgangspotential Tab. 5.7	Befallshäufigkeit (Körnermais) %	Ausgangspotential Tab. 5.7	Befallshäufigkeit (Silomais) %
Norden	gering	6	mittel	75
Osten	gering	8	mittel	56
Süden	gering	14	stark	5
Westen	gering	9	stark	35
<b>Ø gesamt Fläche</b>	<b>gering</b>	<b>9,25</b>	<b>mittel</b>	<b>42,75</b>

Am Standorte Ried war der Befall im Hopfen ebenfalls geringer als am Standort Nietenhausen.

In den Nullparzellen (keine direkte oder indirekte Bekämpfungsmaßnahme) am Standort Ried wurde in der Sorte Perle (PE) nur in einer vom 3 Wiederholungen mit 48 Pflanzen eine befallene Aufleitung bonitiert.

In der Sorte Spalter Select (SE), die zum Zeitpunkt des Flughöhepunktes ideal entwickelt war, war jede Parzelle (à 72 Pflanzen) betroffen. In der Summe wurden hier 5 befallene Pflanzen bonitiert.

Am Standort Nietenhausen zeigte die Sorte Hallertauer Taurus (TU) keinen Befall. Die Bonituren zum Zeitpunkt des Flughöhepunktes ergaben im oberen Drittel der Pflanzen kleine Blätter <30 cm<sup>2</sup>.

Die Sorte Perle war zum Zeitpunkt der Eiablage ideal entwickelt. Stellvertretend für alle Standorte und Sorten wird in der Tabelle 5.10 das Boniturergebnis für diese Sorte vor der Ernte dargestellt.

**Tabelle 5.10: Befall und Schaden der Nullparzelle (Nr. 1a – c) am Standort Nietenhausen, Versuchsfleiche (Perle)**

Datum der Bonitur: 23.08.2004

Untersuchte Pflanzen / Parzelle: 84

Wiederholung	Sichtbare Bohrlöcher an Pflanze				Pflanzen mit Schädigungen		
	Anzahl Pfl.	Bohrlöcher/Pflanze	Bohrlochhöhe in m		Anzahl Pflanzen	Entwicklung Habitus	Schadbild
			oberstes	unterstes			
1 a	1	4	3,5	2			
	2	12	7	4	1	Sehr gut; 3 Triebe	Geschädigte Dolden durch Larvenfraß
	3	6	7	4	2	Gut; 3 Triebe	Abgestorbener Seitenarm
	4	7	7	4			
1 b	1	4	4	3,5			
	2	11	7	4	1	Gut; 3 Triebe	Abgestorbener Seitenarm
	3	7	5	4	2	Mittel; 2 Triebe	Abgestorbene Seitenarme
	4	3	5	4			
	5	5	6	4			

Wiederholung	Sichtbare Bohrlöcher an Pflanze				Pflanzen mit Schädigungen		
	Anzahl Pfl.	Bohrlöcher/Pflanze	Bohrlochhöhe in m		Anzahl Pflanzen	Entwicklung Habitus	Schadbild
			oberstes	unterstes			
1c	1	5	5	4,5	1	Sehr gut; 3 Triebe	Geschädigte Dolden
	2	10	7	4	2	Mittel; 3 Triebe	Gipfel (20cm) beginnt abzustorben
	3	3	5,5	5	3	Gut; 2 Triebe	Abgestorbener Seitenarm
	4	4	6,5	5			

### Bekämpfung des *Ostrinia nubilalis* im Hopfen

Im Versuch wurde am Standort Ried mit Schlupfwespen *Trichogramma evanescens* (Trichocap der Firma Landi Reba, Schweiz) gearbeitet.

Das Insektizid Baythroid 50 und das *Bacillus thuringiensis*-Präparat Dipel ES wurde in Nietenhausen eingesetzt.

Die Zielflächen wurden bewusst getrennt, damit keine Abdriftbeeinträchtigung in den sensiblen Trichogrammaflächen entstand.

**Tabelle 5.11: Bekämpfungsverfahren, Bonituren und Verfahrenskosten**

Standort	Sorte	Verfahren	Stck /ha l/ha	Ausbring-Datum	Ø Befall %	Wirkungsgrad	Produktkosten	Applikationskosten €/ha	Verfahrenskosten €/ha
Ried	PE/SE	Unbehandelt	0	-	1,79	-	-	-	-
	PE	Trichocap	600	02.07.	0	100	369,-	182,80	551,80
	SE	Trichocap	600	02.07.	0,46	66,9	369,-	182,80	551,80
Nietenhausen	PE	Unbehandelt	0	-	5,16	-	-	-	-
		Baythroid 50	1,0 1,0	18.07. 30.07.	0	100	64,20	39,60	103,80
		Dipel ES	2,0 2,0	18.07. 30.07.	0,40	92,25	159,20	39,60	198,80
	TU	Unbehandelt	0	-	0	-	-	-	-
		Baythroid 50	1,0 1,0	18.07. 30.07.	0	-	64,20	39,60	103,80
		Dipel ES	2,0 2,0	18.07. 30.07.	0	-	159,20	39,60	198,80

Wegen des geringen Ausgangsbefalls im Hopfen ist die Aussagekraft der Bonituren begrenzt. Klar zu erkennen ist, dass die chemische Bekämpfung gegenüber den biologischen Verfahren sowohl in der Wirkung, wie auch in den Kosten günstiger zu beurteilen ist.

### **Befallsbeschreibung:**

Bis zur Beerntung der untersuchten Sorten traten 2004 keine Ertrags- bzw. Qualitätseinbußen durch abgestorbene Dolden auf. Wegen des späten Flughöhepunktes und der dadurch verkürzten Zeit des Reifefraßes der Larven bis zur Ernte wurde entschieden, die in den unbehandelten Kontrollparzellen als befallen markierten Pflanzen nicht zu beernten. Diese Pflanzen wurden ca. drei Wochen nach der Ernte abgenommen, um zu beurteilen, welche Schäden bei einem um ca. drei Wochen früheren Flughöhepunkt entstehen hätten können.

Zu diesem Zeitpunkt zeigten von 11 bonitierten Pflanzen

- 2 Aufleitungen je eine abgestorbene Gipfelregion von 1,5 m Länge,
- 3 Aufleitungen 7 abgestorbene Seitentriebe,
- 6 Aufleitungen keine Absterbeerscheinungen,
- alle eine starke Brüchigkeit am geschädigten Nodium.

Die Larven waren nicht mehr in der Triebbasis, sondern in den trockenen Reststrünken, in der Regel eingedeckelt, zur Überwinterung auffindbar.

Die Bohrlöcher waren von 7 m – 2,5 m Höhe über dem Boden zu finden. Deshalb ist davon auszugehen, dass bei der technischen Beerntung kaum eine Larve eine Überlebenschance hatte.

### **Fazit:**

Die Diplomarbeit beantwortet viele offene Fragen für die Kultur Hopfen und ist deshalb für die weitere Beobachtung des Schädlings *Ostrinia nubilalis* eine wertvolle Hilfe.

Durch die Einbeziehung der Vorjahresbonituren kommt man zum Ergebnis, dass

- das Ausgangspotential im Überwinterungsmaterial über die Summe der Eiablagen entscheidet,
- keine Sortenunterschiede bei der Eiablage vorliegen, sondern das Entwicklungsstadium der Hopfenpflanzen zum Flughöhepunkt entscheidend ist,
- der Ort der Eiablage in der Regel die Höhe der ersten Einbohrstelle bedingt,
- sich die Larven nach dem Schlüpfen vom Blattmaterial ernähren,
- die Larven im Trieb sowohl aufwärts wie abwärts fressen,
- ein langer Zeitabstand zwischen Flughöhepunkt und Ernte über Ertrags- bzw. Qualitätseinbußen entscheidet,
- eine Bekämpfung mit biologischen und chemischen Verfahren möglich ist, die Verfahrenskosten aber weit streuen,
- weiterhin auf Hygiene bei der Maisstroheinarbeitung und der Hopfenreststrunkbeseitigung zu achten ist.

## **5.7 Entwicklung eines EDV-Wasserhaushaltsmodells zur Bewässerungssteuerung im Hopfen**

Da in trockenen Jahren die Erträge und die Alphasäuregehalte sehr stark abfallen, gewinnt die Bewässerung im Hopfenbau immer mehr an Bedeutung. Von Seiten der Wasserwirtschaft wird die Bewässerung genehmigt, wenn ausreichend oberflächennahes Grundwasser zur Verfügung steht. Dennoch ist für die meisten Betriebe die Verfügbarkeit von Wasser der begrenzende Faktor. Darum sollen der optimale Bewässerungszeitpunkt und die optimalen Bewässerungsmengen künftig über ein EDV-Wasserhaushaltsmodell berechnet werden.

Im Rahmen eines von der Erzeugergemeinschaft HVG unterstützten Projektes soll das EDV-Wasserhaushaltsmodell von Dr. Rötzer, das in verschiedenen Kulturen den Wasserhaushalt während der Vegetation abschätzen kann, auf den Hopfen übertragen werden. Das Modell errechnet in täglichen Schritten aus meteorologischen Daten die potentielle und tatsächliche Verdunstung, die Interzeption, den Bodenwassergehalt, den Abfluss und notwendige Bewässerungsgaben. Berücksichtigt wird dabei die Bodenart, die Phänologie des Hopfens und die optionale Bewässerung.

Zum Kalibrieren und Validieren des Modells wurden 3 verschiedene Standorte mit unterschiedlichen Bodenarten ausgewählt. Ein sandiger Boden in Eichelberg, ein Lößboden in Brunn und ein lehmig toniger Boden in Osterwaal. Für die Versuchsstandorte wurden die Kardinalwerte wie z. B. Bodenart, Durchwurzelungstiefe und nutzbare Feldkapazität am Institut für Agrarökologie ermittelt.

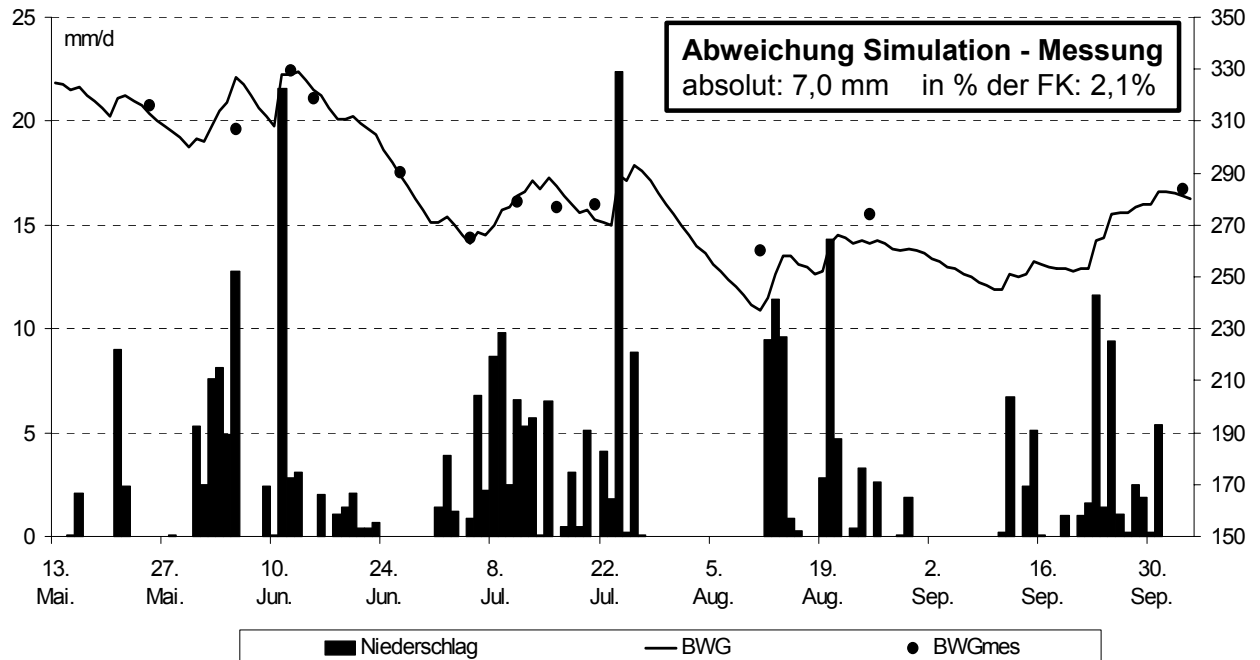
Ab Mitte Mai wurde an den Standorten wöchentlich der Wassergehalt der Böden auf dem Bifang und in der Fahrgasse bis zu einer Tiefe von 90 cm mit der Trockenschrankmethode festgestellt. Bei der Berechnung berücksichtigt das Modell die Entwicklungsphasen Wachstumsbeginn, 50 % Gerüsthöhe, Ende Längenwachstum, Vollblüte und Ernte. Deshalb wurde die Phänologie des Hopfens im Jahr 2004 in Wort und Bild festgehalten und in das Programm eingearbeitet. Die Interzeption, ein Maß für die Menge des Niederschlages, der an Blättern und Reben hängen bleibt, wurde mit Hilfe von Regenmessern ermittelt, die auf dem Bifang im Hopfengarten und außerhalb des Hopfengartens aufgestellt wurden. Für die Berechnung der Bodenwassergehalte wurden die Klimadaten von den Stationen Hüll und Stadelhof verwendet. Die Abbildung 5.5 zeigt die gemessenen und simulierten Bodenwassergehalte am Standort Brunn. Die Schwankungen der gemessenen und simulierten Werte betragen an den 3 Versuchsstandorten 2-6 %.

Vor der Praxiseinführung soll im Jahr 2005 mit neuen Versuchsreihen eine weitere Kalibrierung und Validierung des Modells erfolgen und in einem Bewässerungsversuch an 2 Standorten untersucht werden, wo der optimale Bewässerungszeitpunkt liegt.

**Abbildung 5.5: Niederschlag, gemessene und simulierte Bodenwassergehalte am Standort Brunn**

**Standort Brunn**

Zeitraum Mai 2004 - September 2004



**5.8 Aufleitversuche mit zwei- bzw. drei Reben bei den Sorten Hallertauer Taurus und Saphir**

Ziel dieser Versuche bei den Hopfensorten Hallertauer Taurus und Saphir ist es, den Einfluss von zwei- bzw. dreirebiger Aufleitung auf Ertrag und Alphasäuren zu untersuchen. Die Versuche werden erst nach dreijährigen Ergebnissen endgültig bewertet.

Die Abbildungen Nr. 5.6 und Nr. 5.7 zeigen bei beiden Sorten im Erntergebnis 2004 über je drei Wiederholungen gemittelt einen leichten Anstieg beim Ertrag (kg/ha) und bei den Alphasäuren (%) bei der dreirebigen Variante. Daraus errechnet sich tendenziell eine höhere Alphaproduktion (kg  $\alpha$ /ha) bei 3 Reben pro Aufleitung.

Die äußere Qualität war mit Ausnahme von Windschlag bei der Sorte Hall. Taurus in allen Varianten überdurchschnittlich gut.

Abbildung 5.6: Ernteergebnis Hallertauer Taurus

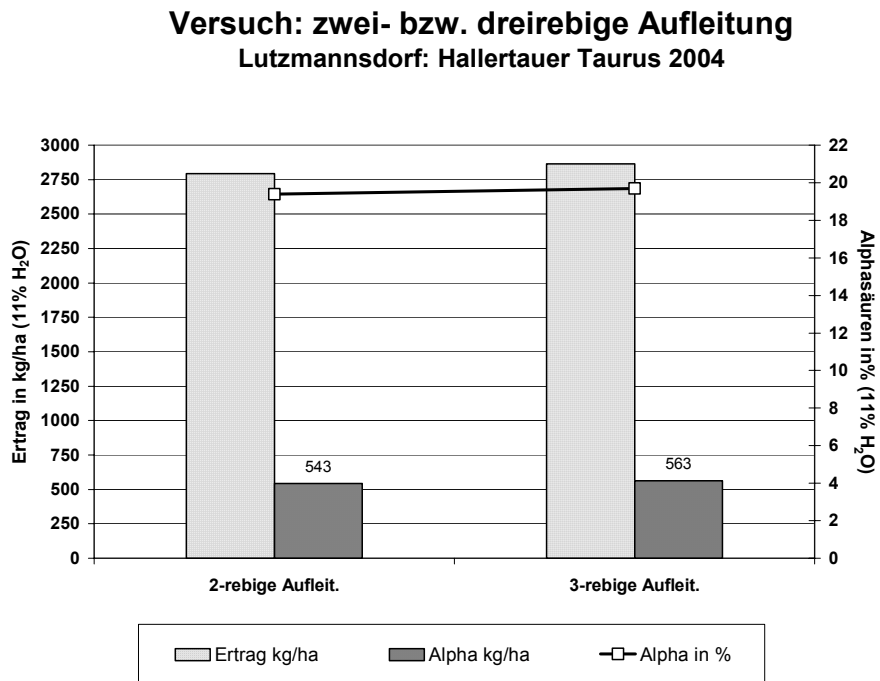
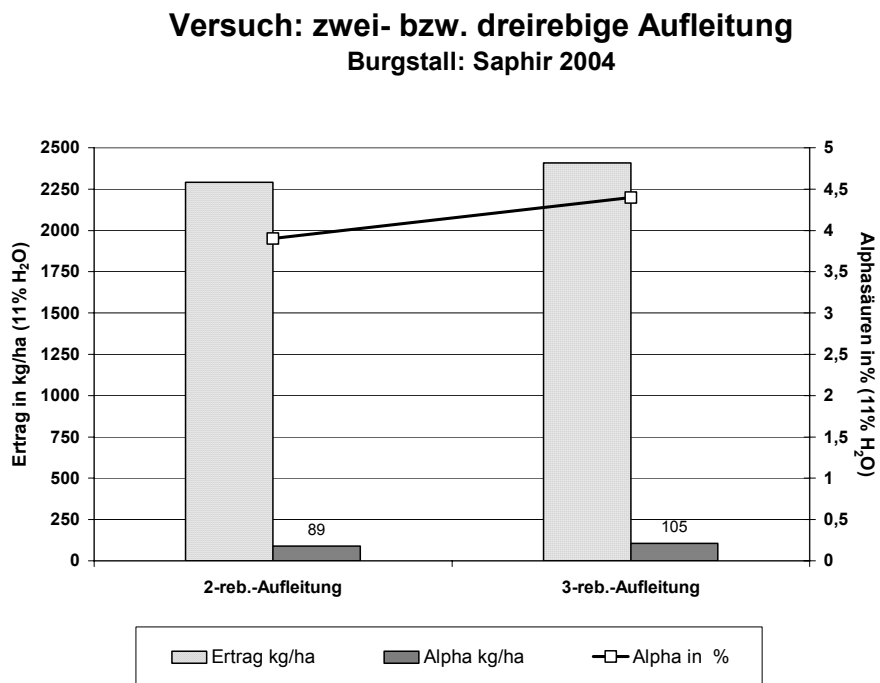


Abbildung 5.7: Ernteergebnis Saphir



## 5.9 Ermittlung des optimalen Erntezeitpunktes bei den Sorten Hallertauer Mfr. und Saphir

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

Um den optimalen Erntezeitpunkt zu ermitteln, wurden aus Praxisgärten im Abstand von 3-4 Tagen in vierfacher Wiederholung 20 Aufleitungen geerntet. Die Beerntung erfolgte bei der Sorte Hallertauer Mfr. zu 7, bei der Sorte Saphir zu 5 verschiedenen Terminen. Ausgewertet wurde hinsichtlich Ertrag, Alphasäuregehalt, Aroma und äußere Qualität (Pflücke, Farbe und Glanz, Zapfenwuchs und Mängel).

### Hallertauer Mfr.

Der Erntezeitversuch beim Hallertauer Mfr. wurde in einem Hopfengarten der Busch-Farm in Hüll in den Jahren 2002-2004 durchgeführt. Aus Tabelle 5.12 sind die Erntetermine der verschiedenen Jahre ersichtlich.

**Tabelle 5.12: Termin des Erntezeitversuches beim Hallertauer Mfr., Hüll 2002-2004**

Termin	2002	2003	2004
T 1	14.08.	07.08.	16.08.
T 2	19.08.	11.08.	19.08.
T 3	22.08.	14.08.	23.08.
T 4	26.08.	18.08.	26.08.
T 5	29.08.	20.08.	30.08.
T 6	02.09.	22.08.	02.09.
T 7	05.09.	25.08.	06.09.

Im Trockenjahr 2003 war die Ernte deutlich früher. Um eine Vergleichbarkeit zwischen den Jahren herzustellen, wurden die Erntetermine (T) von 1-7 durchnummeriert und die Ergebnisse der verschiedenen Jahre für jeden Termin (T) ermittelt.

Abbildung 5.8: Ertragsverlauf Hallertauer Mfr. 2002-2004

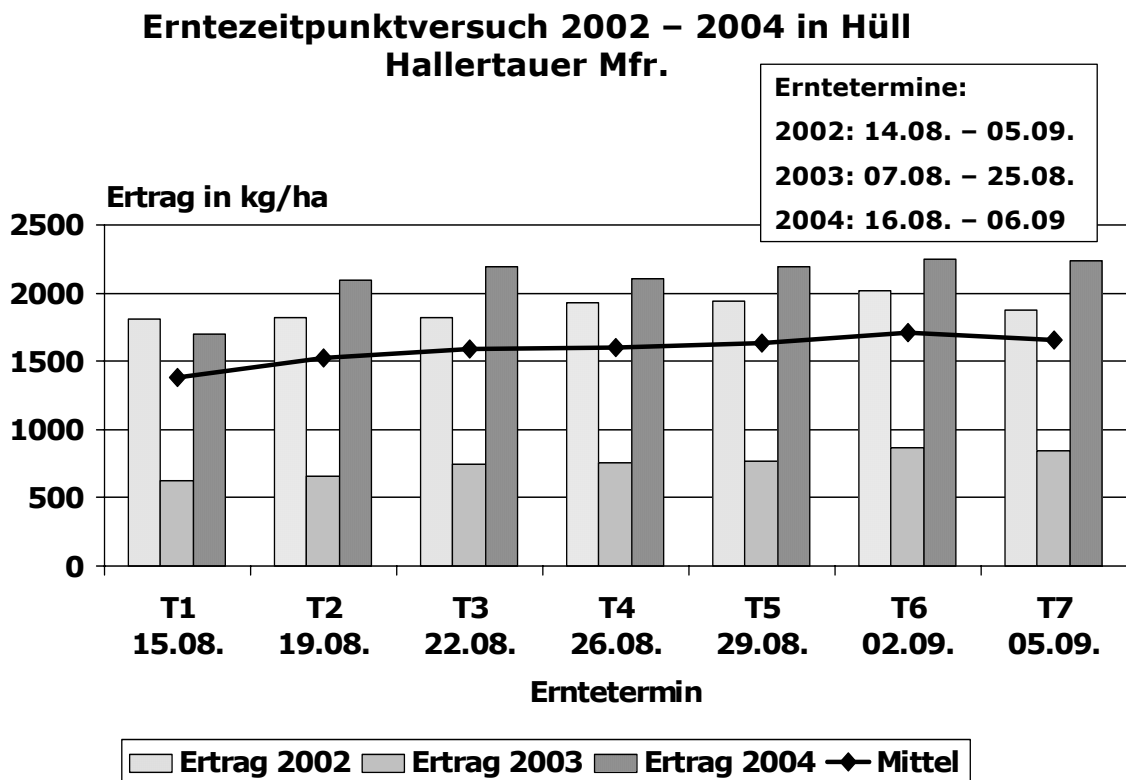


Abbildung 5.9: Alphasäuregehalt Hallertauer Mfr. 2002-2004

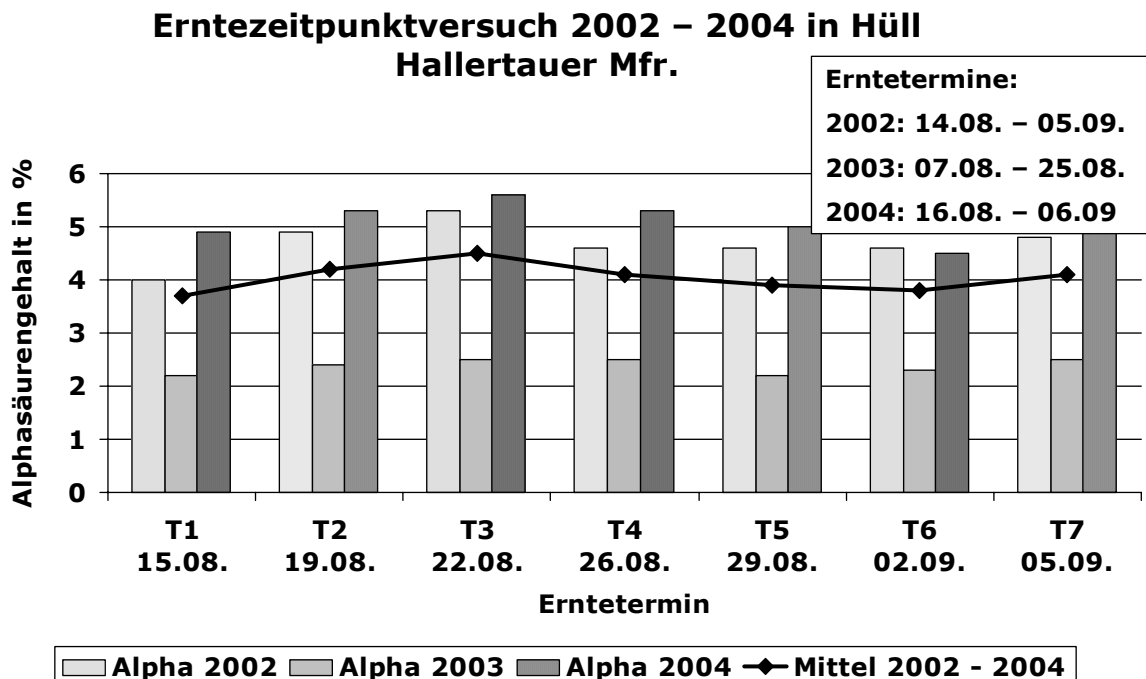




Abbildung 5.10: Aromabonitur Hallertauer Mfr. 2002-2004

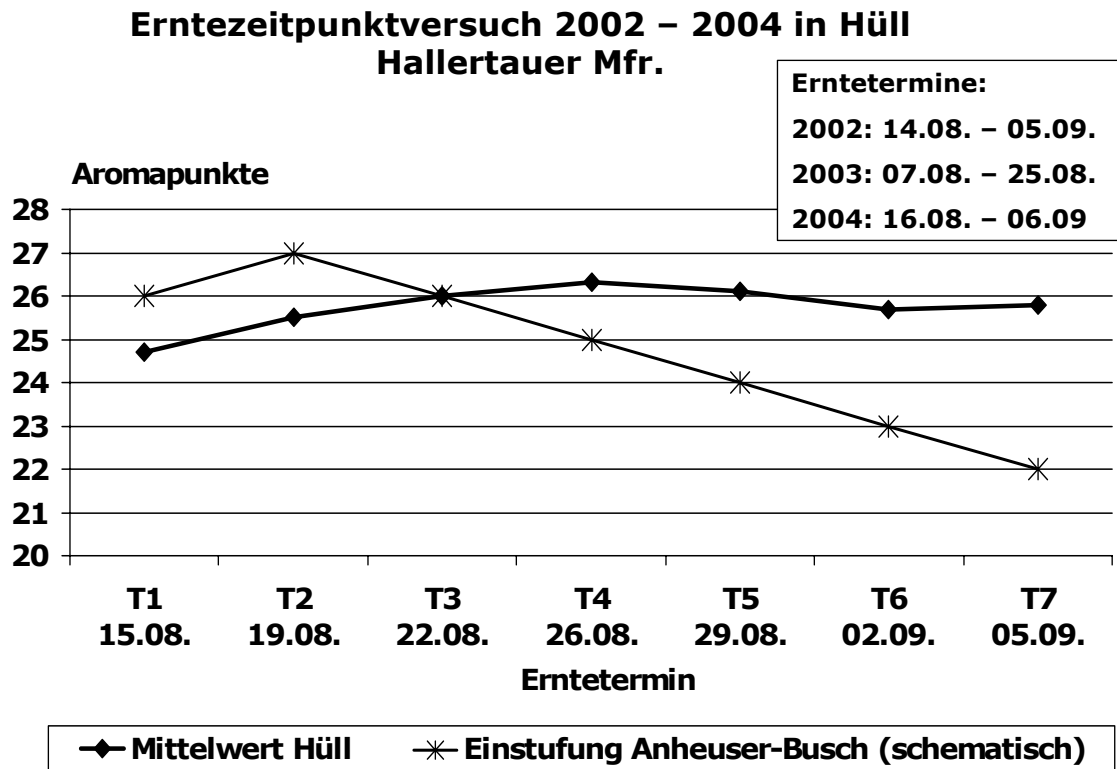
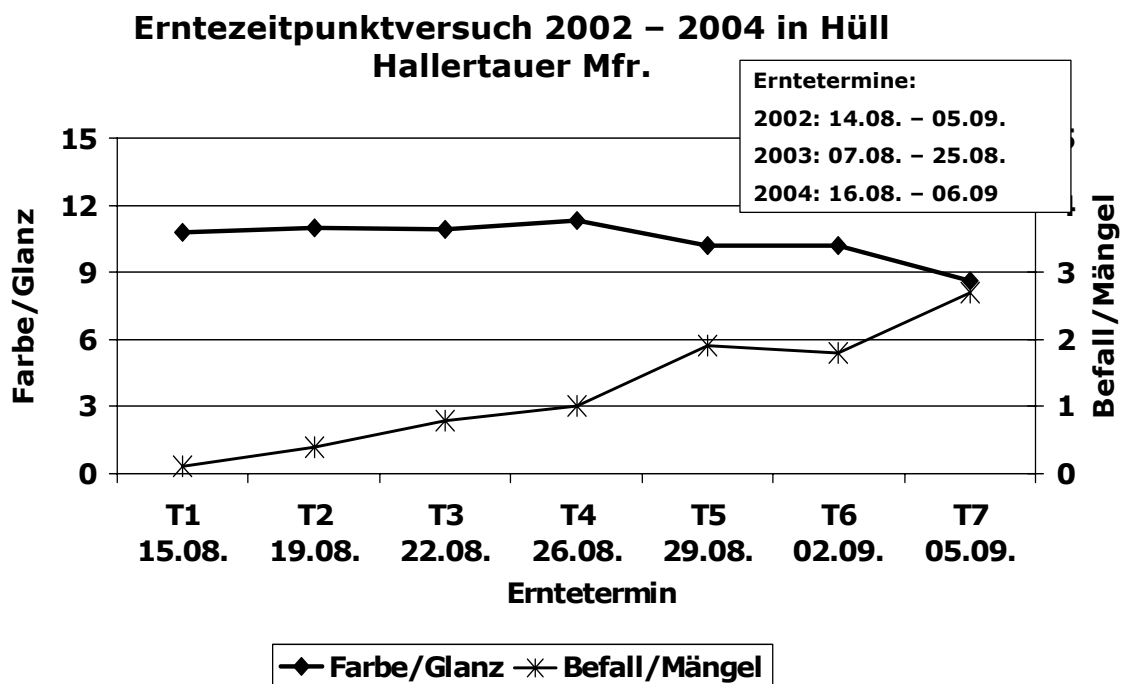


Abbildung 5.11: Farbe und Glanz bzw. Mängel Hallertauer Mfr. 2002-2004



Beim Ertrag ist ein Zuwachs von T 1 und T 3 von ca. 200 kg zu verzeichnen. Das entspricht einem finanziellen Vorteil von rund 1.000 €/ha. Der weitere Ertragsanstieg bis T 6 geht mit einer Verschlechterung der äußeren Qualität auch des Aromas einher. Das wird von Seiten der Vermarktung beim Hallertauer Mfr. nicht akzeptiert. Der Alphasäuregehalt erreicht beim dritten Erntetermin sein Optimum.

Im Versuchsgarten konnte im 3. Erntejahr beobachtet werden, dass bei den Parzellen mit den jeweils frühen Ernteterminen verstärkt Welke auftrat.

Als Kompromiss hinsichtlich Erfordernissen des Marktes, optimaler Ertrag und Qualität und Erhaltung der Stockgesundheit sind die mittleren Erntetermine T 3 und T 4 (T 5) zu sehen, die somit als optimaler Erntezeitpunkt empfohlen werden können. In normalen Jahren dürfte das zwischen dem 22. und 26. August (bis 29. August) sein.

### Saphir

Der Erntezeitversuch mit der Sorte Saphir wurde im ersten Jahr auf dem Kreithof in der Nähe von Wolnzach durchgeführt.

Abbildung 5.12: Ertrag und Alphasäuregehalt Saphir 2004

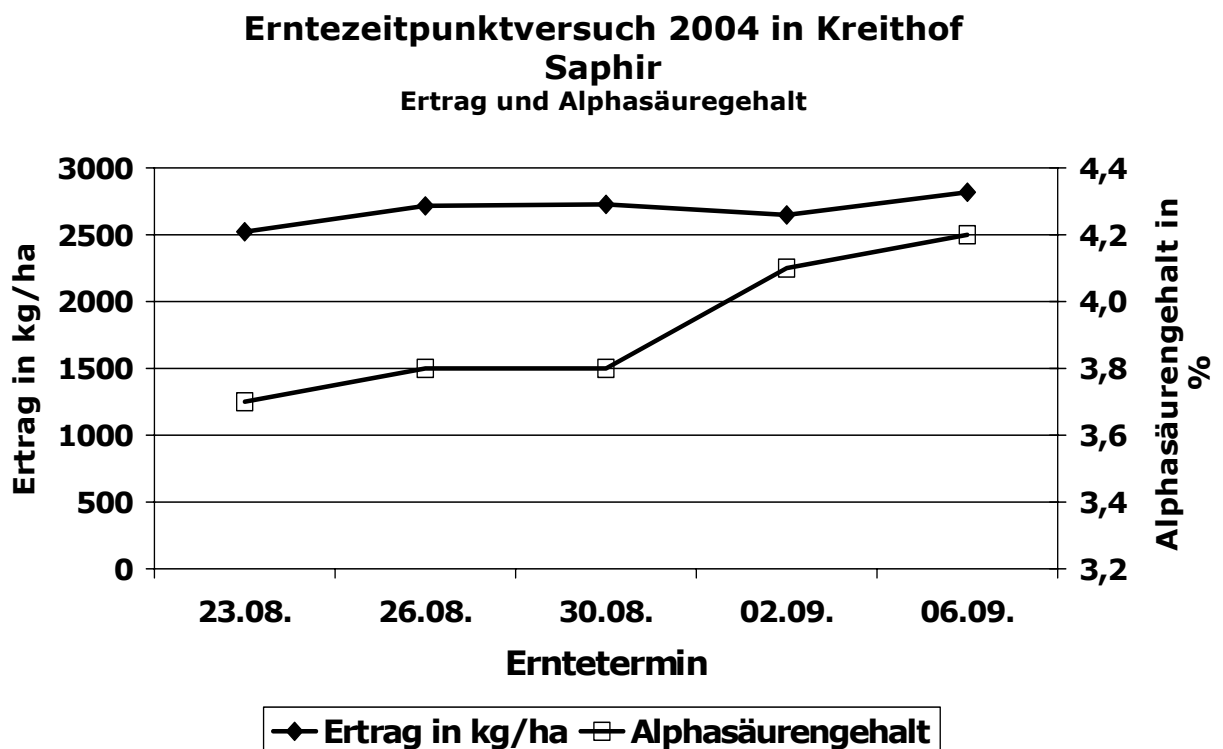
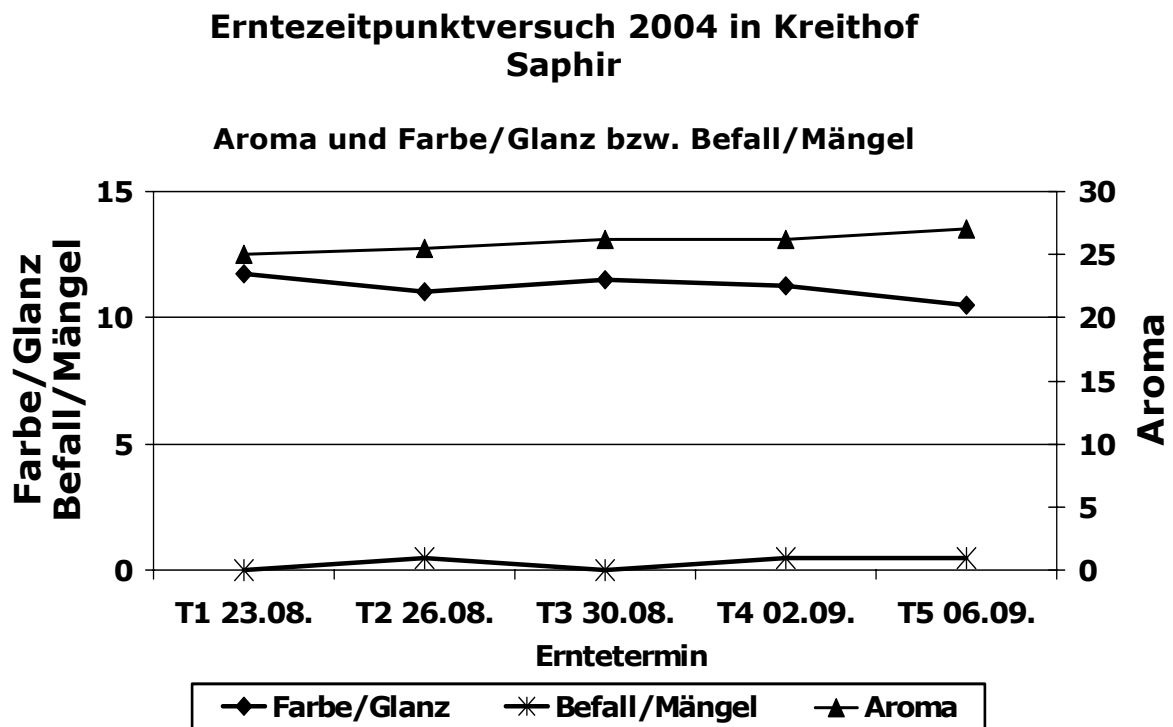


Abbildung 5.13: Aroma und äußere Qualität Saphir 2004



Die Abbildungen zeigen, dass sowohl der Alphasäuregehalt als auch der Ertrag bis zum letzten Erntetermin zugenommen haben. Auch das Aroma nahm bis zum letzten Erntetermin zu. Die äußere Qualität verschlechterte sich erst leicht zum letzten Erntetermin. Der Versuch wird in den nächsten beiden Jahren fortgeführt.

### 5.10 Optimale Konditionierung von Hopfen

Aufgrund weiterer zahlreicher Versuche und intensiven Messungen konnten die Hinweise zur Steuerung von Konditionierungsanlagen, wie bereits im Jahresbericht 2002 beschrieben, abgesichert und optimiert werden.

#### **Nur gleichmäßig, nicht übertrockneter Hopfen kann optimal konditioniert werden**

Der optimale Wassergehalt des Hopfens frisch aus der Darre beträgt 9-10%. In diesem Zustand liegt der Wassergehalt der Spindel zwischen 25-35% und bei den Doldenblättern nur noch bei 4-7%. Bei der Lagerung des Hopfens auf dem Hopfenboden und/oder beim Belüften in Konditionierungskammern werden die unterschiedlichen Wassergehalte des inhomogenen Hopfens und der große Feuchteunterschied zwischen Spindel und Doldenblätter ausgeglichen.

#### **Die relative Luftfeuchte beeinflusst das Anziehverhalten**

Nach den Sorptionsisothermen nimmt der Hopfen bei der Lagerung oder bei der Belüftung bei einer relativen Luftfeuchte von 58-65% nach einer bestimmten Zeit einen Wassergehalt von 9-12% an. Deshalb muss bereits unmittelbar nach der Trocknung das Anziehverhalten

des Hopfens beurteilt werden. Bei einer relativen Luftfeuchte unter 50 % wird der Hopfen frisch aus der Darre während der Lagerung bis zur Belüftung noch nachtrocknen, und bei einer relativen Luftfeuchte über 55 % auf einen höheren Wassergehalt anziehen.

### **Gute Durchmischung beim Befüllen der Kammer reduziert die Belüftungszeit**

Auch bei gleichmäßig erfolgter Trocknung und konstanter Trocknungstemperatur von 65°C, wurden Wassergehaltsschwankungen des Trockenhopfens im Schubler vor dem Entleeren von 7-15 % gemessen. Versucht man den letzten feuchteren Bereich auf 9-10 % zu trocknen, wird meist die gesamte Hopfenmenge im Schubler übertrocknet, da diese feuchteren Bereiche nur einen geringen prozentualen Anteil an der gesamten Hopfenmenge ausmachen. Werden andererseits Hopfen mit einem Wassergehalt von über 10 % immer an der selben Stelle in die Kammer abgekippt, besteht die Gefahr, dass der Hopfen bei längerer Lagerungszeit zusammensackt, und die Belüftungsluft diese Hopfenschichten nicht mehr durchdringen kann. Die Folge sind Hopfenpartien mit unterschiedlichen Wassergehalten. Wird der Hopfen vor oder beim Befüllen der Konditionierungskammer gemischt, beginnt bereits schon vor der Belüftung ein Feuchteausgleich des inhomogenen Hopfens. Bei der Belüftung werden dann vor allem die großen Wassergehaltsunterschiede zwischen Spindel und Doldeblätter ausgeglichen.

### **Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen dem Wassergehalt der Luft und der Hopfenfeuchte.**

Mit Hilfe des Belüftungsdiagramms (Jahresbericht 2002) kann der erzielbare Wassergehalt abgeschätzt werden. Die optimale Belüftungsluft, gemessen im Zuluftkanal oder im Luftverteilteraum der Konditionierungskammer, beträgt 18-24 °C bei einer relativen Feuchte von 58-65%. In der Praxis werden zum Messen der Belüftungsluft Handmessgeräte oder bereits stationär eingebaute Temperatur- und Feuchtefühler, über welche die Mischluftregelung gesteuert werden kann, eingesetzt.

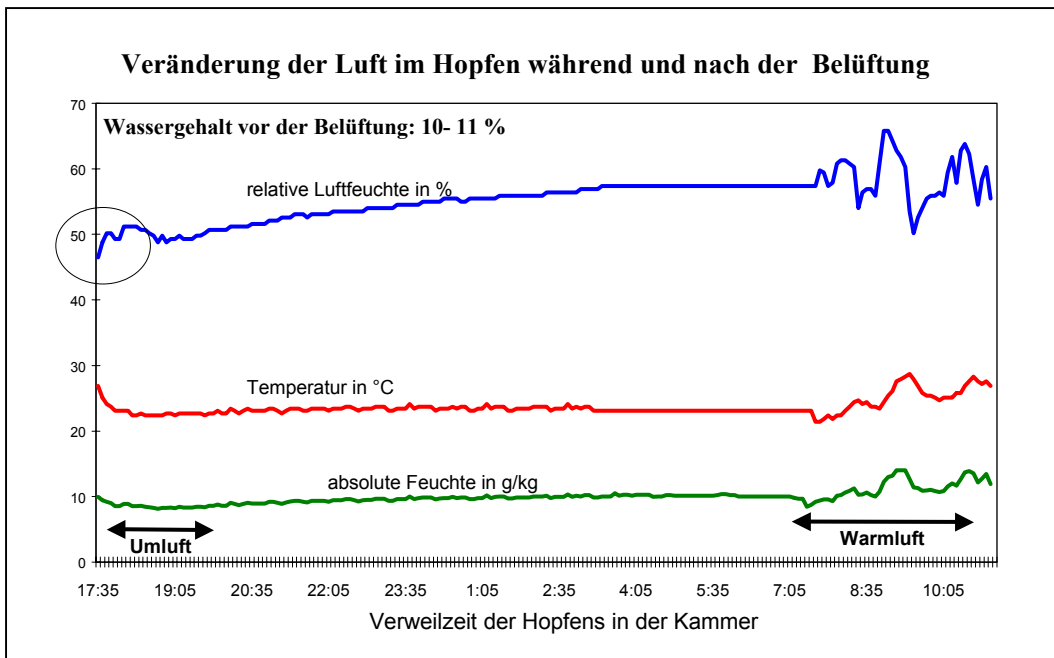
Wichtig ist, dass die Temperatur und die Luftfeuchte der Belüftungsluft während der Belüftung im Zuluftkanal oder im Luftverteilteraum über eine Digitalanzeige oder über einen PC-Bildschirm mitverfolgt werden kann. Zahlreiche Messgeräte können die aus Temperatur und relativer Feuchte berechnete absolute Feuchte in g Wasser/kg Luft anzeigen. Über diesen Wert kann eine Veränderung der Mischluft sehr schnell festgestellt und auch beurteilt werden, ob durch die Veränderung der Hopfen in der Kammer durch die Belüftung ausgeglichen, angefeuchtet oder nachgetrocknet wird.

### **Die Beurteilung der Hopfenfeuchte in der Kammer ist sehr wichtig!**

Vor der Belüftung des Hopfens muss der Wassergehalt des zu konditionierenden Hopfens abgeschätzt werden, damit die Belüftungsluft über die Mischluftregelung richtig eingestellt werden kann. Ziel sollte sein, den Hopfen so zu trocknen, dass durch Belüftung mit Umluft der gewünschte Wassergehalt erzielt wird. Ist der Hopfen zu trocken oder zu feucht wird der Belüftungsluft aus Umluft nach Bedarf Luft mit höherer bzw. niedriger Feuchte zugemischt, bis die Mischluft die gewünschte relative Feuchte erreicht hat. Dabei sollte der optimale Temperaturbereich der Belüftungsluft von 18-24 °C nicht verlassen werden.

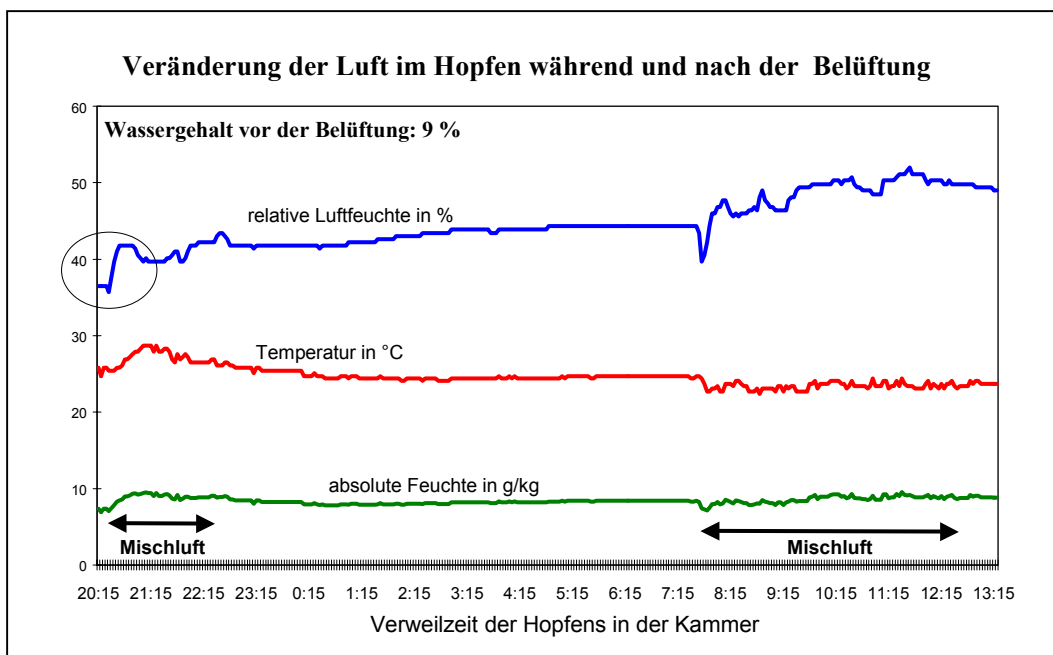
Damit die Ausgangsfeuchte des Hopfens vor der Belüftung abgeschätzt und die Auswirkungen der Belüftung auf den Hopfen festgestellt werden konnten, wurden die Temperatur, die relative und die absolute Luftfeuchte in der Hopfenschüttung während der Verweildauer in den Konditionierungskammern gemessen, aufgezeichnet und ausgewertet.

**Abbildung 5.14: Messwerte in der Konditionierungskammer**



Da der Hopfen in der Kammer bereits vor der Belüftung einen Wassergehalt von 10-11 % hatte, wurde mit Umluft belüftet. Vor der Belüftung wurde nur eine relative Feuchtigkeit von 50% im Hopfen gemessen, da der noch hohe Wassergehalt des Spindelwassers nur zum Teil über die relative Luftfeuchte erfasst wird. Nach dem Abschalten der Belüftung, stieg die relative Luftfeuchtigkeit bei gleich bleibender Temperatur aufgrund des beginnenden Feuchteausgleichs zwischen Spindel und Doldenblättern an. Bereits nach ca. 6 Stunden änderten sich die relative Luftfeuchte in %, die Temperatur und die daraus berechnete absolute Feuchte in g Wasser/kg Luft, welche in engem Zusammenhang zum Wassergehalt des Hopfens steht, nicht mehr. Der Hopfen war vollständig homogenisiert.

**Abbildung 5.15: Messwerte in der Konditionierungskammer**



Da der zu konditionierende Hopfen einen Wassergehalt von 9 % vor der Belüftung aufwies, wurde mit Mischluft belüftet, indem der Umluft feuchtere Darrabluft zugemischt wurde. Vor der Belüftung konnte im Hopfen bei diesem Wassergehalt nur eine relative Luftfeuchte von unter 40 % gemessen werden, da das Spindelwasser der noch nicht ausgeglichenen Dolden noch nicht erfasst wird. Würde dieser Hopfen in diesem hohen Temperaturbereich von 25°C in der Konditionierungskammer zu lange mit Umluft belüftet, wäre ein Nach-trocknen die Folge. Nach dem Abschalten der Belüftung mit Mischluft am Abend, war der Hopfen in diesem Temperaturbereich ebenfalls nach ca. 6 Stunden homogenisiert.

Der weitere Verlauf der Kurven in beiden Abbildungen zeigt, dass eine Belüftung nach bereits erfolgter Homogenisierung nicht mehr sinnvoll ist. Wird trotzdem belüftet, und ist die Belüftungstemperatur niedriger als die Temperatur in der Konditionierungskammer, konnte in den Versuchen eine Erhöhung des Doldenblattanteils nachgewiesen werden. Eine Belüftung mit Temperaturen über 20 °C und das Einhalten einer Ruhephase von mindestens 6 Stunden bis zum Absacken, **hat zur Reduzierung des Doldenblattanteils um bis zu 50 % geführt.**

### **5.11 Dokumentation und Auswertung mit der Bayerischen Hopfen-schlagkartei (HSK)**

Für das Erntejahr 2004 wurden 950 Schlagkarteien mit dem EDV-Programm HSK erfasst und ausgewertet. Damit auch die Daten von den Hopfenpflanzern erfasst und mit ausgewertet werden konnten, welche die Schlagkartei mit dem EDV-Programm „HR – Produktpass“ vom Hopfenring Hallertau führten, wurde durch Herrn Baumgartner (StMLF) eine Schnittstelle zum Einlesen der Daten programmiert. In 4 regionalen Auswertungsversammlungen wurden die Gesamtauswertung den Schlagkarteibetrieben vorgestellt. Die Auswertung erfolgte schwerpunktmäßig unter betriebswirtschaftlichen Aspekten. Dabei wurde aufgezeigt, dass der über die Schlagkartei ermittelte Deckungsbeitrag Vorroraussetzung für eine einzelbetriebliche Planung ist.

### **5.12 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. Ausgebaut wurde die Schulung der Ringbetreuer als Multiplikatoren der Beratung vor Ort.

Im Folgenden sind die Schulungs- und Beratungsaktivitäten zusammengestellt.

### **5.12.1 Informationen in schriftlicher Form**

- Das „Grüne Heft“ Hopfen 2004 – Anbau, Sorten, Düngung, Pflanzenschutz, Ernte – wurde gemeinsam mit der Arbeitsgruppe Pflanzenschutz in Abstimmung mit den Beratungsstellen der Bundesländer Baden-Württemberg, Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt aktualisiert und in einer Auflage von 3100 Stück von der LfL an die LwÄ und Forschungseinrichtungen und von den Erzeugerringen an die Hopfenpflanzer verteilt.
- Über das Ringfax des Hopfenringes (2004: 52 Faxe à 923 Teilnehmer) wurden in 34 Faxen aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstaufrufe an die Hopfenpflanzer verschickt.
- Für das Wetterfax wurden ebenfalls in wöchentlichen Abständen aktuelle Informationen zur Verfügung gestellt.
- Im Rahmen der DSN-Bodenuntersuchung wurden 4029 Ergebnisse auf Plausibilität kontrolliert und zum Versand an die Hopfenpflanzer freigegeben.
- In 3 ER-Rundschreiben des Hopfenrings und in 9 Monatsausgaben der Hopfen Rundschau wurden Beratungshinweise und Fachbeiträge für die Hopfenpflanzer veröffentlicht.
- Mit dem Erfassungs- und Auswertungsprogramm HSK wurden für 305 Hopfenpflanzer auf 950 Schlägen Schlagkarteiauswertungen durchgeführt und in schriftlicher Form an die Landwirte zurückgegeben.

### **5.12.2 Internet und Intranet**

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

### **5.12.3 Telefonberatung und Ansagedienste**

- Der Peronospora-Warndienst wurde in der Zeit vom 07.05.–24.08.2004 von der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik in Wolnzach in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Pflanzenschutz in Hüll erstellt und zur Abfrage über den Anrufbeantworter (Tel. 08442/9257-60) oder das Internet 75mal aktualisiert.
- Hopfenbauhinweise mit aktuellen Hinweisen zum Krankheits- und Schädlingsbefall sowie Düngungs- und Bodenbearbeitungsmaßnahmen können über den Anrufbeantworter in Wolnzach (Tel. 08442/957-401) abgehört werden.
- Zu Spezialfragen des Hopfenbaus erteilten die Fachberater der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik in ca. 4.000 Fällen telefonische Auskunft oder führten Beratungen in Einzelgesprächen oder vor Ort durch.

### **5.12.4 Führungen, Schulungen und Versammlungen**

- Zwei Arbeitsbesprechungen und eine Versuchsbesichtigung für die Berater der LwÄ
- 7 Schulungen für die Ringbetreuer des Hopfenringes
- 9 Hopfenbauversammlungen in Zusammenarbeit mit den LwÄ (665 Teilnehmer)
- 44 Fachvorträge auf Versammlungen anderer Veranstalter

- 9 Versuchsführungen für die Hopfenpflanzer und die Hopfenwirtschaft
- 2 EDV-Schulungen Hopfenschlagkartei mit 24 Teilnehmern.
- 6 Hopfenbauseminare zur Trocknung und Konditionierung mit 175 Teilnehmern
- 1 Schultag des Sommersemesters der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen



## 6 Pflanzenschutz im Hopfenbau

Bernhard Engelhard, Dipl. Ing. agr.

### 6.1 Schädlinge und Krankheiten des Hopfens

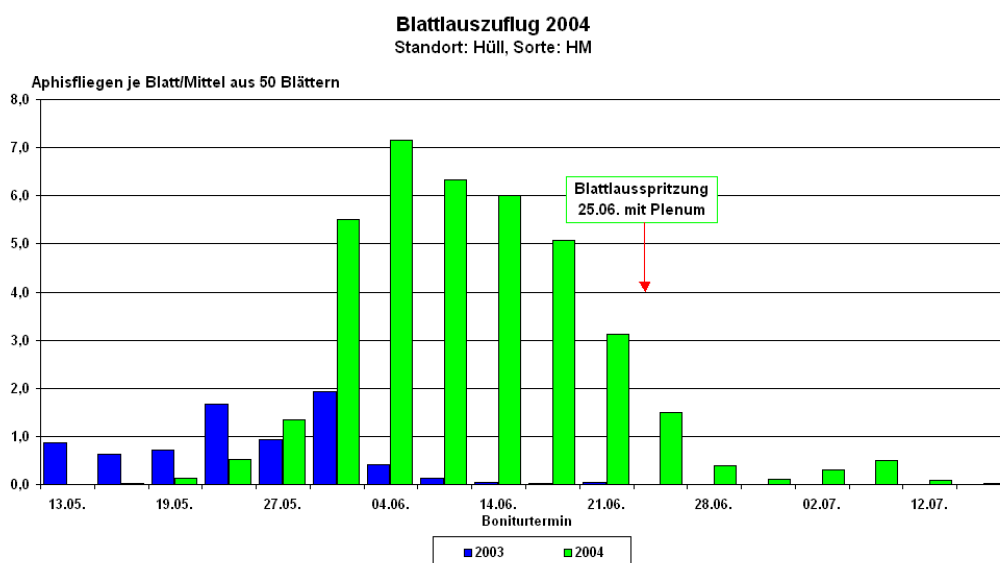
#### Liebstöckelrüssler (*Othiorhynchus ligustici* L.) und Drahtwurm

Gebietsweise gab es größere Probleme mit diesem Schädling. Es gibt mehrere Flächen, auf denen die Larven die Hopfenstöcke im Boden anfressen und damit langfristig schädigen. Auch der Drahtwurm hat auf mehreren Flächen die Hopfenstöcke dauerhaft geschädigt.

In Mittelprüfversuchen wird mit keinem Wirkstoff ein echter Durchbruch auf der Suche nach einem wirksamen Insektizid erzielt. In einigen Fällen wird eine deutliche Reduzierung der Fraßstellen erzielt (BASF-Insektizid von 119 auf 1); es werden jedoch nur wenige tote Käfer gefunden, die eine echte Beurteilung der Wirkung erlauben.

#### Hopfenblattlaus [*Phorodon humuli* (SCHRANK)]

Abbildung 6.1: Blattlauszuflug 2003/2004



Pünktlich Mitte Mai begann der Zuflug und entwickelte sich bis Anfang Juni in einem Ausmaß wie seit 1993 nicht mehr. Bis 200 Aphisfliegen auf den kleinen Hopfenblättern an der Spitze der Pflanze waren keine Seltenheit. Neben des starken Zufluges war auch die Länge des Zufluges bis Mitte Juli ungewöhnlich.

In der Bekämpfung wurden die zugelassenen Produkte auf eine harte Probe gestellt. Obwohl die Witterungsbedingungen nicht optimal waren, mussten viele Bestände in der 1. Junidekade behandelt werden, da sonst bereits Schäden eingetreten wären. Die Zeit von der Spritzung bis zur Wirkung dauerte bei Plenum bis zu 14 Tage. In der Regel war eine 2. Spritzung, vereinzelt eine 3. Spritzung notwendig.

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

Befall im üblichen Umfang. Die Nutzung der Bekämpfungsschwelle als Entscheidungshilfe für eine Spritzung wird noch zu wenig in Anspruch genommen.

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

In der Jugendentwicklung des Hopfens trat verstärkt und langanhaltend Peronospora-Primärbefall auf. Die kühle Witterung mit vielen Regentagen, auch wenn sie meist nur wenig Niederschlag brachten, führte in der Folge zu einem erheblichen Befallsdruck durch Peronospora-Sekundärinfektion. Die Warndienstaufrufe verdoppelten sich fast im Vergleich zum Vorjahr. Zur Ernte kam es aber nur bei nicht rechtzeitig behandelten anfälligen Sorten zu Doldenbefall.

### **Echter Mehltau (*Sphaerotheca humuli* BURR.), Botrytis (*Botrytis cinerea* PERS.)**

Beide Krankheiten waren bis zur Ernte kein Thema. Nur vereinzelt kam es während der Saison zum Auftreten von Pusteln.

Am 21. August waren in der gesamten Hallertau beste Bedingungen für eine Mehltauinfektion. Bei sehr wenig Infektionsmaterial wurden nur noch spät reifende Sorten befallen.

### **Welke (*Verticillium alboatrum*)**

Große Ausfälle durch die Hopfenwelke waren aufgrund der langsamen Jugendentwicklung besonders bei der Sorte Hallertauer Mittelfrüher zu verzeichnen. In einem Versuch zeigte sich, dass der Welkebefall besonders bei zu früher Ernte in den Vorjahren stärker war.

### **Viroide**

Wie die Viruskrankheiten kann auch Viroidbefall chemisch nicht bekämpft werden. Das Hop-Latent-Viroid (HLVd) ist in fast allen Anbaugebieten der Erde vertreten, in Deutschland praktisch zu 100 %. In osteuropäischen Ländern wird versucht, viroidfreies Pflanzgut zu erzeugen und auszupflanzen.

Im Rahmen eines Vermehrungsaufbaus konnten bei der Sorte Hallertauer Merkur neben virusfreien auch viroidfreie Pflanzen gewonnen werden. Diese wurden, nachweislich viroidfrei, in einen Hopfengarten in zwei Reihen ausgepflanzt. Eine Kontrolluntersuchung im 3. Standjahr 2004 zeigte, dass bereits alle Pflanzen wieder reinfiziert waren! Es macht aus unserer Sicht deshalb wenig Sinn, große Anstrengungen in viroidfreies Pflanzmaterial zu investieren; dies im Unterschied zu virusfreiem Pflanzmaterial. Ertragsermittlungen brachten keinen Vorteil für die viroidfreien Pflanzen.

## 6.2 Untersuchungen zur Epidemiologie des Echten Mehltaus (*Sphaerotheca humuli*) und zur Entwicklung eines Prognosemodells

### 6.2.1 Vorgaben für die Witterungsparameter zur Auslösung eines Spritzaufrufes

Auf der Basis der Witterungsvorgaben für das Prognosemodell und der durchaus positiven Erfahrung mit diesen Daten wurden nach der Saison 2004 die Vorgaben überarbeitet. Die einzelnen Witterungsparameter wurden in unterschiedlicher Größenordnung in das Modell eingesetzt, um die Auswirkung auf die Anzahl der „Spritzaufrufe“ zu testen. Der Wert, der die Mehrzahl der Ereignisse von 1997 – 2004 trifft, wurde als „vorläufiger Wert“ eingesetzt.

#### Sonnenscheinintensität

3500 Wattstunden/m<sup>2</sup> = 21 Aufrufe

**4000 Wattstunden/m<sup>2</sup> = 33 Aufrufe**

4500 Wattstunden/m<sup>2</sup> = 37 Aufrufe

#### Regenintensität:

> 1 mm (20.01 – 5.00 Uhr) und > 5 mm am Tag vorher = 32 Aufrufe

**> 0,1 mm (20.01 – 5.00 Uhr) und > 1 mm am Tag vorher = 41 Aufrufe**

Es ist bekannt, dass für die Vermehrung und die Neuinfektion **kein** Niederschlag notwendig ist, da zum Beispiel im Gewächshaus die Infektion bestens gelingt, ohne dass die Blätter nass werden. Regen hat vermutlich im Freien eine indirekte Wirkung:

- bei Regen ist der Himmel bewölkt = kein/wenig Sonnenschein,
- bei Regen besteht eine hohe Luftfeuchtigkeit, die für das Überleben der Sporen notwendig ist.

#### Temperatur:

Die getrennte Auswertung der Durchschnittstemperaturen zwischen Tag und Nacht hat sich bisher als sinnvoll erwiesen. Obwohl das Wachstum und die Sporenbildung des Pilzes auch unter 10 °C möglich ist, scheint die Grenze um bzw. über 10 °C für das Massenwachstum und die großräumige Neuinfektion von besonderer Bedeutung zu sein. In den Perioden mit wahrscheinlichen Infektionen liegen auch die Minimumtemperaturen bei Nacht nicht unter 10 °C.

#### Standorteinfluss:

Bei einem Vergleich der sieben agrarmeteorologischen Stationen in der Hallertau gibt es klare Konzentrationen an bestimmten Tagen. Dass an allen Standorten gleichzeitig die Bedingungen erfüllt sind, trifft in ca. der Hälfte der Aufrufe zu. Kleinräumliche Differenzierung ist zur Zeit noch schwierig. Wenn drei oder mehr Stationen die Bedingungen erfüllen, erfolgt deshalb für die Saison 2005 ein Spritzaufruf.

Unter diesen Voraussetzungen wurden die auf S. 10 genannten Witterungsvorgaben zur Auslösung eines Spritzaufrufes für 2005 festgelegt.

## 6.2.2 Spritzaufruf nach „vier“ (Vierer-Modell), „fünf“ (Fünfer-Modell) oder „sechs“ (Sechser-Modell) zusammenhängenden Tagesabschnitten für anfällige Sorten

**Tabelle 6.1:**

Befall im jeweiligen Jahr und notwendige Spritzhäufigkeit nach Vorgabe des vorläufigen Prognosemodells			
Jahr	$5 \geq x$	zusätzl. bei 4 x	
1997	5	4	erstmalig starker Befall mit Spätmehltau
1998	1	4	keine Probleme
1999	4	2	bisher frühester und stärkster Befall
2000	3	2	keine besonderen Probleme
2001	3	3	gebietsweise große Probleme (Juni!)
2002	2	3	starker Befall
2003	-	1	kein Befall
2004	4	-	sehr geringer Befall

Das vorläufige Prognosemodell geht davon aus, dass die Witterungsbedingungen über einen bestimmten, zusammenhängenden Zeitabschnitt zutreffen müssen.

In Tabelle 6.1 ist die Anzahl der Spritzaufrufe nach dem „Fünfer Modell“ ( $5 \geq x$ ) und die **zusätzlichen** Spritzaufrufe (zusätzlich bei 4 x) nach dem „Vierer Modell“ für die Jahre 1997 – 2004 zusammengefasst.

Die Anzahl der Spritzaufrufe nach dem „Fünfer Modell“ und der tatsächliche Mehltaubefall in Praxis gibt einen logischen Zusammenhang. Unter den geänderten Vorgaben für die Witterungsparameter gegenüber 2003 gäbe es nach dem „Vierer Modell“ auch für anfällige Sorten zu viele Spritzaufrufe – z.B. neun im Jahr 1997 und sechs im Jahr 2001.

Die weiteren Tests für anfällige Sorten erfolgen deshalb für 2005 nach dem „Fünfer Modell“.

## 6.2.3 Spritzaufruf nach „sechs“ (Sechser Modell) zusammenhängenden Tagesabschnitten für weniger anfällige Sorten

In den Jahren 1997 – 2004 hätte das vorläufige Modell nach sechs zusammenhängenden Tagesabschnitten an folgenden Tagen einen Spritzaufruf ausgelöst:

1997 – 20. Juli	2001 – 10. Juni, 18. Juni
1998 – -	2002 – 18. Juli, 12. August
1999 – 22. Mai, 10. Juli, 11. August	2003 – -
2000 – -	2004 – 21. August

Auch diese Termine bringen einen logischen Zusammenhang zum tatsächlichen Befallsgeschehen.

2002 wurde in einem Versuch die Sorte Hersbrucker Spät letztmals gegen Echten Mehltau gespritzt. Kontrollen ergaben zu diesem Zeitpunkt einen völlig gesunden Bestand. Das „Sechser Modell“ hat am 12. August einen Spritzaufruf ausgelöst. Zum ersten Erntetermin am 6. September waren die Dolden noch frei von Mehлтаubefall; zum Erntetermin am 11. September waren in einzelnen Varianten bis 10 % der Dolden befallen. Eine Spritzung zwischen dem 13. und 18. August wäre sinnvoll gewesen und hätte den Spätmehлтаubefall bei dieser weniger anfälligen Sorte verhindert.

#### **6.2.4 Vergleich von Ergebnissen aus Parzellenversuchen und dem „Fünfer Modell“** Zeichenerklärungen für die Tabelle 6.2 bis 6.5

- In der Hauptspalte „Hüll“ stehen die grauen Kästchen links für die Erfüllung der Witterungsvorgaben von 5.01 – 20.00 Uhr; in der Mitte für die Erfüllung von 20.01 – 5.00 Uhr.  
Die schwarzen Kästchen rechts stehen für fünf zusammenhängende Tagesabschnitte und damit für einen Spritzaufruf nach dem „Fünfer Modell“.
- In der Spalte „Hofen“ bzw. „Buch“ stehen die Spritztermine an diesem Standort und Jahr. Die Termine wurden auf Grund bisheriger Erfahrungen und Witterung festgelegt.
- In der rechten Hauptspalte „% Befall“ stehen die Boniturdaten – links in behandelten Parzellen, rechts in unbehandelten Parzellen.  
Bis Ende Juli Blatt- und Blütenbefall, ab August Doldenbefall.
- Das Endergebnis und den Doldenbefall als Maßstab für den jahrgangsbedingten Infektionsdruck und die Wirksamkeit der Spritzungen zeigen die Daten zum „Doldenbefall“ rechts unten.





## **Diskussion zu den Tabellen 6.2. bis 6.5**

1997 lagen Spritzaufufe und Spritztermine (zufällig) eng zusammen.

Nach einem Aufruf folgte im Abstand von max. 5 Tagen eine Spritzung. Mit drei Spritzungen wurde ein optimaler Erfolg erzielt.

1999 waren bereits im Mai zwei Spritzaufufe. Bis die erste Spritzung ausgebracht wurde, war der Befall bereits in vollem Umfang vorhanden und konnte mit den zugelassenen Produkten nicht mehr wirksam bekämpft werden. Vier Spritztermine um den 15. Mai, 24. Mai, 12. Juli und 13. August hätten mit größter Wahrscheinlichkeit eine wirksame Bekämpfung gebracht.

2001 waren die zwei Spritztermine im Juni gut getroffen. Die zwei Spritzungen im Juli wären nicht notwendig gewesen. Die Spritzung am 06. August war wahrscheinlich zwei bis vier Tage zu früh – in dieser Zeit wurden die sehr empfindlichen jungen Dolden ausgebildet (starker Zuwachs), die vom Pflanzenschutzmittel nicht mehr geschützt waren. Bis zur Spritzung am 16. August war dann die Infektion bereits erfolgt.

2003 kein Befall und auch kein Spritzaufruf nach dem „Fünfer Modell“.

## **Zusammenfassung**

Das vorläufige Prognosemodell liefert logische Zusammenhänge von Spritzaufrufen und tatsächlichem Befall. Dank der agrarmeteorologischen Messstation konnten insgesamt acht Jahre mit unterschiedlichsten Befallssituationen überprüft werden. Aus Platzgründen wurden hier nur vier Jahre als Beispiele vorgestellt.

### **6.2.5 Praxisversuche 2005**

28 Hopfenpflanzer haben sich bereits 2004 bereit erklärt, das vorläufige Prognosemodell in jeweils einem Hopfengarten zu testen. Dazu wurden im Rahmen einer Diplomarbeit auch Teilflächen abgegrenzt, die nicht gegen Mehltau gespritzt wurden. Die Risikobereitschaft der Hopfenpflanzer zeigt einerseits ein großes Vertrauen in das Modell, andererseits aber auch die Wichtigkeit, dieses „Mehltauprobem“ zu lösen.

Zusätzlich wurden mit weiteren acht Hopfenpflanzern und den Beratern der Pflanzenschutzfirmen Praxisversuche angelegt. Jeweils sechs Bifänge wurden mit verschiedenen Produkten in einer Spritzfolge behandelt. Als Vergleich diente die Spritzung nach „Aufruf aus Hüll“ und eine unbehandelte Parzelle.

#### **Auswertung:**

Der Infektionsdruck war 2004 insgesamt gering. Nur an drei Standorten wurde Infektion bonitiert. Nach dem Prognosemodell wurden vier Spritzaufufe ausgegeben; allerdings nicht immer termingerecht. Es wurde versucht, die Wetterprognose und Spritzaufufe für *Peronospora* zu kombinieren. Da dies der falsche Weg war, darf 2005 nur ein Spritzaufruf kommen, wenn das Modell diesen auslöst. Kombinationen haben sich im Versuchsstadium ausschließlich an dem Modell für Mehltau zu orientieren.



## **6.3 Forschungsprojekt „Prüfung produktionstechnischer Maßnahmen für den ökologischen Hopfenbau“**

### **6.3.1 Zielsetzung**

Das dreijährige Projekt (Laufzeit: 01.04.2002 – 31.03.2005) beinhaltete in erster Linie die Erprobung von Methoden zur Förderung von Nützlingen im ökologischen Hopfenbau, insbesondere durch Schaffung von Überwinterungsquartieren. Konkret wurden für diesen Punkt der Einsatz und die Etablierung von Raubmilben in Hopfengärten sowie die Eignung speziell konzipierter „Florfliegenhotels“ als Winterquartiere für Florfliegen im Hopfen untersucht. Weiterhin wurden Methoden zur Anlockung von Florfliegen geprüft. Daneben wurde auch eine Prüfung von Pflanzenschutzmitteln durchgeführt, die den Erzeugungsregeln für den ökologischen Hopfenbau entsprechen, und die bereits entwickelte Methode zur Kontrolle der Gemeinen Spinnmilbe durch Leimbarrieren an den Hopfenreben weiter untersucht.

### **6.3.2 Einsatz und Etablierung von Raubmilben in Hopfengärten**

#### **6.3.2.1 Standort und Methodik**

Alle Versuche zu diesem Punkt erfolgten am Standort Buch bei Aiglsbach, Lkr. Kelheim. Als Versuchsgarten wurde 2002 ein Schlag der Sorte „Perle“ gewählt, der auf Grund seiner außergewöhnlichen Größe bei vergleichsweise homogenen Bodenverhältnissen optimal für den geplanten großräumigen Versuch erschien. Da dieser Garten jedoch im Frühjahr 2003 betriebsbedingt gerodet wurde, wurde der Versuch 2003 in einen ebenfalls großen Schlag der Sorte „Hallertauer Tradition“ umgelegt, wo er auch 2004 durchgeführt wurde.

In jedem der drei Versuchsjahre wurden auf etwa 1 ha vier Versuchsglieder in jeweils vier Wiederholungen angelegt. Die Größe der Einzelparzellen betrug jeweils ca. 250 m<sup>2</sup> mit 210 Aufleitungen. Die Versuchsglieder waren 2002 und 2003:

- Raubmilbeneinsatz (*Typhlodromus pyri*) mit entlaubten Reben
- Raubmilbeneinsatz (*T. pyri*) mit nicht entlaubten Reben
- Leim-Applikation an den Reben
- unbehandelte Kontrolle.

Im Jahr 2004 wurde die Variante „Raubmilbeneinsatz (*T. pyri*) mit nicht entlaubten Reben“ durch eine Variante mit dem Einsatz einer anderen Raubmilbenart (*Phytoseiulus persimilis*) ersetzt.

Die Raubmilben wurden aus einer kommerziellen Zucht in Tüten mit jeweils etwa 100 Stück bezogen und nach dem Auftreten der ersten Spinnmilben (*Tetranychus urticae*) in zwei Wellen punktuell an jeder siebten Pflanze ausgebracht, und die weitere Spinnmilben- und Raubmilbenentwicklung im Bestand wöchentlich ab Anfang Juni bis zur Ernte bonitiert. Die Zahl durchschnittlich freigelassener Raubmilben pro Pflanze lag 2002 bei 30 Tieren, 2003 bei 20 Tieren und 2004 bei 40 Tieren.

Vor der Ernte wurden in allen drei Jahren an den Hopfensäulen Filzbänder als potentiell Überwinterungsquartier für Raubmilben angebracht und jeweils eine Säulenaufleitung bis in den Winter hängen gelassen. Die Filzbänder wurden dann im Spätwinter abgenommen und auf überwinternde Arthropoden untersucht.

### 6.3.2.2 Ergebnisse und Diskussion

Die Raubmilbenversuche der Jahre 2002 und 2003 sind als Fehlschlag zu interpretieren. Im Jahr 2002 war der Spinnmilbendruck sehr niedrig, und es konnte in keinem Versuchsglied eine Kontrollwirkung im Vergleich zur unbehandelten Variante erzielt werden – im gesamten Garten war kein Spinnmilbenschaden zu verzeichnen. Im Gegensatz dazu bescherte der „Jahrhundertsommer“ 2003 einen immensen Spinnmilbendruck, dem kein Versuchsglied standhalten konnte, weshalb am 30.07.2003 die Hälfte der Parzellen überspritzt werden mussten, um den Schaden durch *T. urticae* möglichst gering zu halten. Auch die Wiederfangraten an Raubmilben bei den Bonituren waren in diesen beiden Jahren als äußerst unbefriedigend zu bezeichnen (Tab. 6.6 und 6.7).

Anders als in den beiden Vorjahren war allerdings 2004 der gewünschte Effekt der Spinnmilbenkontrolle erstmals nachweisbar, da sich die Raubmilbenparzellen bis zur Ernte in ihrem Spinnmilbenbefall deutlich erkennbar von den unbehandelten unterschieden. Auch konnten bei den Bonituren mit 1.632 Raubmilben mehr als das Zwölfwache als 2003 wiedergefunden werden (Tab. 6.6). Eine am 28.08.2004 durchgeführte Versuchsernte ergab dann auch im Vergleich zum praxisüblich mit Akarizid behandelten Restgarten keinerlei signifikanten Ertragsunterschiede in den Raubmilbenparzellen. Hinsichtlich des Alpha-Säuren-Gehaltes lagen die Werte in den Versuchspartellen sogar signifikant über der Praxis, was als weiterer Beleg für die Tatsache dienen kann, dass leichter Spinnmilbenbefall bis zur Schadschwelle die Hopfenpflanzen zu höherer Alpha-Säuren-Produktion anregt (Abb. 6.2).

Als vielversprechend sind die in den drei Jahren ermittelten Ergebnisse zur Dispersion der freigelassenen Raubmilben im Bestand zu bezeichnen. Die Verteilung der Nützlinge erfolgte sehr schnell sowohl in vertikaler Richtung, wobei allerdings der obere Rebenbereich lediglich von etwa 10% der Raubmilben erreicht wurde (Tab. 6.6), als auch in horizontaler Richtung bis über die Parzellengrenzen hinaus (Tab. 6.7)

**Tabelle 6.6:**

**Vertikale Verteilung der Raubmilben-Fänge am Hopfen in den drei Versuchsjahren.**

<b>Rebenabschnitt: (Höhe über Grund)</b>	<b>Unten (1-2 m)</b>	<b>Mitte (3-5 m)</b>	<b>Oben (6-7 m)</b>
2002 (n = 45)	62,2%	28,9%	8,9%
2003 (n = 127)	52,8%	31,5%	15,7%
2004 (n = 1632)	41,4%	48,5%	10,1%

**Tabelle 6.7:**

**Horizontale Verteilung der Raubmilben-Wiederfänge am Hopfen in den drei Versuchsjahren, ausgehend von den Freilassungspflanzen (0) an den Nachbarpflanzen in der Reihe (-1, -2, -3) und außerhalb der Freilassungspartellen.**

<b>Freilassungspflanze:</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>-2</b>	<b>-3</b>	<b>außerhalb</b>
2002 (n = 45)	53,3%	11,1%	13,3%	6,7%	15,6%
2003 (n = 127)	19,7%	12,6%	26,0%	15,7%	26,0%
2004 (n = 1597)	14,9%	24,2%	18,3%	24,4%	18,2%

Bei der Auswertung der Filzbänder konnten in allen drei Jahren keine überwinterten Raubmilben nachgewiesen werden, wohingegen Spinnmilben die Quartiere sehr wohl in großen Zahlen nutzten, z.B. 2003 im Schnitt über 230 Tiere pro Filzband. Allerdings konnte bei den Bonituren in den mit dem Vorjahr identischen Raubmilbenparzellen im Frühjahr 2004 bereits vor den Freilassungsterminen die Nützlinge flächendeckend auf niedrigem Niveau nachgewiesen werden – der bislang erste Beleg für eine erfolgreiche Etablierung der Tiere in Hochgerüstanlagen.

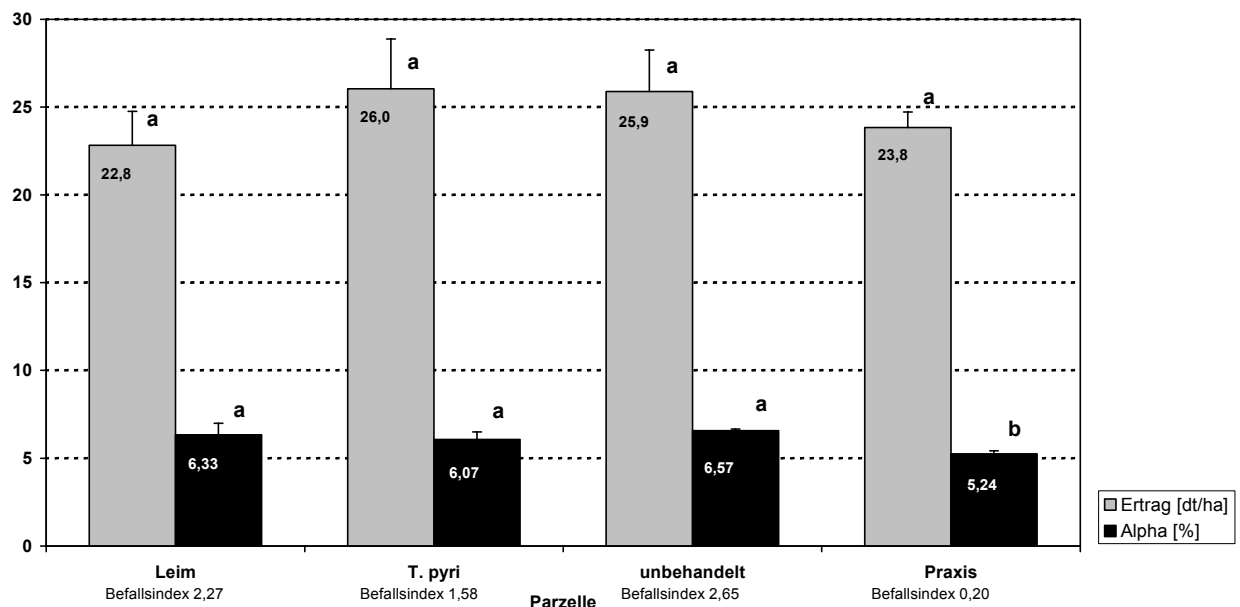
### 6.3.3 Weiterentwicklung einer Methode zur Kontrolle der Gemeinen Spinnmilbe durch Leimbarrieren

Die Versuche zur Weiterentwicklung einer Methode zur Kontrolle der Gemeinen Spinnmilbe durch Leimbarrieren an den Hopfenreben wurden im Raubmilben-Versuch alljährlich als viertes Versuchsglied durchgeführt. Die Ergebnisse der Leim-Variante lagen hinsichtlich des Spinnmilbenbefalls stets deutlich unter der unbehandelten Variante. Allerdings hielt der Leim dem extremen Spinnmilbendruck des Jahres 2003 - erstmals seit Beginn entsprechender Versuche im Jahr 1994 - nicht stand, und es kam zu deutlichen Schäden. Bei der Versuchsernte 2004 unterschied sich die Leim-Variante jedoch nicht signifikant vom Praxis-Ertrag und hatte ebenfalls signifikant höhere Alpha-Säuren-Werte (Abb. 6.2). Der Einsatz des schleppergeheizten Applikationsgerätes für die Ausbringung des Leims erfolgte technisch auch großflächig in allen Jahren ohne Probleme.

**Abbildung 6.2:**

**Versuchsernte "Grünbrunn", Buch, 25.08.2004; Sorte: HT; Ertrag und Alpha bei verschiedenen Verfahren zur Spinnmilbenkontrolle.**

**a, b = signifikante Unterschiede nach ANOVA ( $P < 0,05$ )**



### 6.3.4 Schaffung von Überwinterungsquartieren für Florfliegen im Hopfen

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden alljährlich Ende August an den Standorten Ursbach und Buch in den Versuchsgärten 32 speziell konzipierte, in Eigenbau hergestellte "Florfliegenhotels" vor der Ernte an die Hopfensäulen gehängt bzw. in Nähe des Hopfengartens (Ranken, kleine Waldlichtung, Waldrand, Hügelkamm) an 150 cm hohen Holzpflocken aufgestellt. Die Hotels bestanden aus leichten Schichtholzplatten, aus denen würfelförmige Häuschen mit einer Kantenlänge von 30 cm gefertigt wurden, die an der Unter- und an der Stirnseite offen waren. An der Stirnseite wurden fünf und an der Unterseite sechs 4 cm breite Leisten aus dem selben Material mit schräg geschnittenen Längsseiten in Form von Lamellen angebracht, um einen ungehinderten Zugang der Florfliegen in die Hotels zu gewährleisten. Die Oberseite wurde zum Schluss als Deckel auf die Häuschen geschraubt und hatte an der Stirnseite einen Überstand von 4 cm als "Vordach", um einen gewissen Schutz vor Niederschlägen zu bieten. An der Rückseite wurde ein Stuhlwinkel für die Befestigung der Hotels im Feld angeschraubt. Zum Schluss wurden alle Hotels mit mattem, rotbraunem Dispersionslack für Holz (Lucite Wetterschutz plus<sup>®</sup>) angestrichen und vor der Exposition relativ dicht mit trockenem Haferstroh befüllt.

Die Hotels wurden jeweils im Dezember abgebaut und kühl und dunkel in einer Scheune zwischengelagert. Im Januar/Februar wurden die darin überwinternden Arthropoden bestimmt, gezählt und bei Florfliegen das Geschlecht ermittelt.

In den Hotels wurden in allen Untersuchungsjahren drei Arten der Gattung *Chrysoperla* festgestellt, die – anders als fast alle weiteren heimischen Florfliegenarten - als Imagines überwintern. Die Gesamtzahl der gefangenen Tiere war erstaunlich hoch und erreichte 2003 die stattliche Summe von 2251 Individuen in 15 geöffneten Hotels. Unter diesen Tieren war *Chrysoperla carnea* eindeutig die dominierende Art und stellte in den drei Jahren zwischen 84% und 98% der Individuen. *Chrysoperla pallida* erreichte 2% bis 15%, und *C. lucasina* konnte jährlich lediglich mit wenigen Individuen (0,2% bis 0,5%) in den Hotels nachgewiesen werden

Hinsichtlich des Standortes der Hotels zeigte sich in allen drei Jahren eine signifikante Bevorzugung von *Chrysoperla* spp. für die an den Hopfensäulen angebrachten Hotels als Winterquartier, während zwischen den anderen Standorten der Hotels meist kein signifikanter Unterschied in der Besiedelung bestand. Lediglich der Standort „Waldrand“ wies 2003 die signifikant niedrigsten Florfliegen-Zahlen auf (Abb. 6.3)

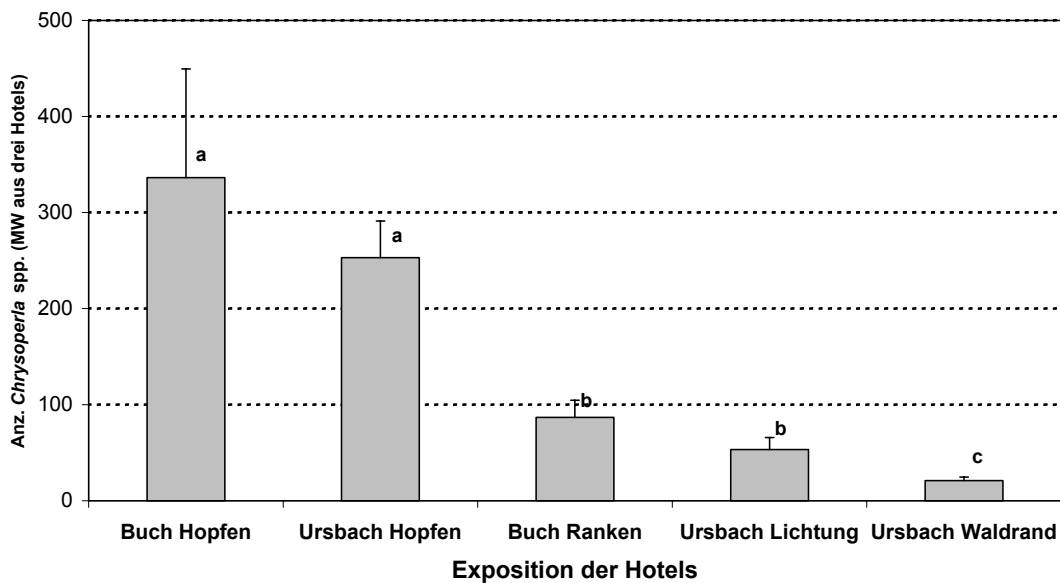
Die absoluten Zahlen überwinternder Florfliegen pro Hotel waren an den Hopfensäulen durchaus bemerkenswert und erreichten meist wesentlich höhere Werte als Literaturangaben vergleichbarer Untersuchungen: Die mit Abstand größte Zahl überwinternder Florfliegen war 2003 mit maximal 396 Tieren in einem Hotel an den Hopfensäulen zu finden, und im Schnitt der drei Versuchsjahre wurde dieser Expositionsort von 280 Florfliegen pro Hotel besiedelt. Die Überwinterungsraten an den anderen Expositionsorten lagen stets deutlich darunter (Abb. 6.3). Das antagonistische Potential eines Hotels ist durchaus erstaunlich: Bei (nach den Daten aller drei 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 ergab bei der Öffnung der Hotels im Versuchsgarten im Mai 2003 und 2004 allerdings keine erhöhte Eiablagerrate der Florfliegen-Weibchen am Hopfen. Obwohl zumindest 2004 bei möglichst kühler und dunkler Lagerung der Hotels

noch viele Tiere darin saßen, scheinen sie bei der Freilassung zur Dispersion ins Umland zu neigen und bleiben offensichtlich nicht im Bestand.

**Abbildung 6.3:**

**Überwinterungsraten 2003/2004 von *Chrysoperla* spp. in Florfliegenhotels im Hopfen-  
gebiet bei Ursbach und Buch (n gesamt/15 Hotels = 2251);  
a, b, c = signifikante Unterschiede nach ANOVA ( $P < 0,05$ )**



**6.3.5 Anlockung von Florfliegen zur Blattlauskontrolle**

In den ersten beiden Versuchsjahren wurde im Rahmen dieser Untersuchung versucht, mit selber hergestelltem „künstlichem Honigtau“ Florfliegen zur Eiablage am Hopfen zu stimulieren. Die Mischung bestand aus 1000 g Honig und 50 g Bierhefe, die mit Leitungswasser auf 5 l aufgefüllt und gut verrührt wurden. Zur Vermeidung der Bildung von Schwärzepilzen auf den Blättern wurde zusätzlich 5 g des nach Bioland-Richtlinien zugelassenen Fungizids „Funguran“ eingerührt. Der künstliche Honigtau wurde 2002 und 2003 mit einer Buekelspritze am Standort Ursbach in vier Florfliegen-Parzellen zu zwei Terminen (Anfang Juni und Mitte August) an jeder zweiten Pflanze in der Reihe appliziert und eine Woche später die Zahl der Florfliegen-Eier an behandelten und unbehandelten Pflanzen bonitiert. Dabei konnten allerdings keinerlei Unterschiede in der Eizahl registriert werden, d.h., diese Methode erwies sich als nicht geeignet, um Florfliegen zur Eiablage anzulocken.

Aufgrund der schlechten Ergebnisse wurde 2004 auf die Applikation von künstlichem Honigtau verzichtet. Dafür wurden an fünf Standorten im Frühjahr Insektenfallen etabliert, die mit verschiedenen Duftstoffen (Kairomonen) geködert waren. Bei den Standorten handelte es sich jeweils um die Außenreihen der Säulen des Gerüstsystems von Hopfengärten in Urs-

bach (2), Buch und Hüll (2), wobei jeweils Serien von acht Fallen an acht Säulen in einer Reihe in etwa 1,5 m Höhe angebracht wurden. Die Fallen hingen 16 Wochen lang bis nach der Ernte, wurden wöchentlich geleert und die Fänge an Florfliegen und Schwebfliegen ausgewertet. Dabei ergab sich für die Florfliegenart *Peyerimhoffina gracilis* eine hoch signifikante Lockwirkung durch die Substanzen (1*R*,4*S*,4*aR*,7*S*,7*aR*)-Dihydronepetalactol und Nepetalacton (Tab. 6.8). Für das eigentliche Zielobjekt dieser Versuche, die als Prädator weit verbreitete *Chrysoperla carnea*, konnte bislang jedoch noch kein Kairomon als Attraktans gefunden werden.

**Tabelle 6.8:**

**Fänge von Florfliegenarten (Chrysopidae) durch verschiedene Mischungen volatiler Pflanzeninhaltsstoffe an fünf Standorten in der Hallertau 2004. Die Zahlen bedeuten den Gesamtfang aller Standorte in 16 Wochen (Männchen, Weibchen).**

Florfliegenart	Gesamtfang	Lockstoff							
		G1	G2	G3	G4	G5	Nepetalactol	Nepetalacton	Kontrolle
<i>Hypochrysa elegans</i>	2,0			2,0					
<i>Chrysopidia ciliata</i>	0,1					0,1			
<i>Chrysopa perla</i>	7,1						7,1		
<i>Chrysopa dorsalis</i>	0,1						0,1		
<i>Chrysopa pallens</i>	1,0						1,0		
<i>Peyerimhoffina gracilis</i>	593,210						364,118	229,92	
<i>Chrysoperla carnea</i> s.str.	1,3	0,2					1,1		
<i>Chrysoperla pallida</i>	1,1	0,1			1,0				

### 6.3.6 Prüfung von Pflanzenschutzmitteln, die den Erzeugungsregeln für den Ökologischen Hopfenbau entsprechen

Versuche zu diesem Themenkreis erfolgten in den drei Versuchsjahren an verschiedenen Standorten, z.T. in Versuchsreihen der Amtlichen Mittelprüfung integriert. Spezielle Untersuchungen zu Pflanzenschutzmitteln, die den Bioland-Richtlinien entsprechen, wurden hauptsächlich am Standort Ursbach in zwei Hopfengärten durchgeführt.

Im Jahr 2002 wurde in Ursbach in erster Linie die Effektivität eines Quassia-Extraktes untersucht, das durch Auskochen von Spänen vom Landwirt selber hergestellt worden war. Der Wirkungsgrad der Quassia-Behandlung war als sehr gut einzuschätzen. Da die Blattlauspopulation (*Phorodon humuli*) in allen Parzellen bis Ende Juli völlig zusammenbrach, konnten bei der Versuchsernte allerdings weder qualitative noch quantitative Unterschiede zu den unbehandelten Parzellen ermittelt werden, d.h. der starke Blattlausbefall von Mitte Juni bis Mitte Juli hatte keinen Einfluss auf Ertrag oder Alpha-Säuren. Bei den wöchentlich durchgeführten Bonituren, die neben Blattläusen auch alle weiteren Arthropoden am Hopfen umfassten, konnte allerdings eine signifikante Nebenwirkung der Quassia-Brühe auf Nichtzielorganismen (in diesem Fall Zikaden) festgestellt werden. Daneben wurden 2002 das *Bacillus subtilis*-Präparat „Serenade“ gegen Echten Mehltau und zwei Niedrigkupferpräparate („Solucuire“, „SPU-00910-F-0-WD“) gegen Peronospora geprüft. „Serenade“ zeigte keine Verbesserung gegenüber unbehandelten Parzellen. Die Wirkung von „Solucuire“

konnte nicht endgültig beurteilt werden, da im Prüfzeitraum kein Befall zu beobachten war. Versuche mit „SPU-00910-F-0-WD“ mussten mangels Wirkung abgebrochen werden.

Im Jahr 2003 wurden in Ursbach zur Bekämpfung der Hopfenblattlaus zwei Großversuche mit jeweils drei Wiederholungen pro Versuchsglied 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“ 2003 ausgesprochen positive Ergebnisse und war mit Wirkungsgraden bis 98,2% deutlich besser als das Vergleichsmittel.

Im Jahr 2004 wurden zur Bekämpfung von *P. humuli* Versuche in einem Versuchsgarten in Herpersorf/Hersbruck (Sorte PE) und in zwei Gärten in Ursbach (Sorten HE, SE) angelegt. In Herpersdorf wurden folgende Varianten geprüft: unbehandelt, „Spruzit Neu“ (Vergleichsmittel); „NeemAzal T/S“ (gespritzt und gestrichen), Quassia-Extrakt (gespritzt) und „TRF-002“ (Quassiapräparat, gestrichen in vierfacher Konzentration). Die beste Blattlauswirkung zeigte „TRF-002“. Nach einer letzten Auszählung am 17.07.2004 wurde zur Minimierung des Schadens der größte Teil der Parzellen einheitlich noch einmal mit „TRF-002“ in dreifacher Konzentration überstrichen, lediglich zwei Bifänge jedes Prüfgebietes blieben dabei bis zu einer Versuchsernte am 01.09.2004 unbehandelt. Auffällig bei dieser Versuchsernte war die Tatsache, dass die systemische Variante „TRF-002“ zwar den besten Ertrag lieferte, es jedoch aus qualitativer Sicht bei den Alpha-Säuren-Gehalten zu signifikanten Einbußen kam (Abb. 6.4).

Ein weiterer, vergleichbarer Versuch zur Blattlausbekämpfung in Ursbach (Sorte HE) wurde am 11.07.2004 komplett mit einer Quassia-Schmierseife-Mischung überspritzt, da sich durch den extremen Blattlausdruck 2004 in allen Parzellen Totalschaden abzeichnete. Lediglich im dritten Garten (Sorte SE) blieben die Versuchsglieder bis zur Ernte uneingeschränkt bestehen; die beste Blattlauswirkung hatte hier wiederum der selber hergestellte Quassia-Extrakt, wohingegen „Spruzit Neu“ 2004 sehr schlechte Wirkungsgrade zeigte. Hauptgrund dafür dürfte die äußerst kühle Frühjahrswitterung gewesen sein, die von Mitte Mai bis Mitte Juni praktisch nie optimale Bedingungen für eine Blattlausbehandlung gewährleistete.

Zur Bekämpfung der Peronospora *Pseudoperonospora humuli* wurden in Herpersdorf in einem Versuchsgarten (Sorte: HA) neben einer unbehandelten Variante und dem Vergleichsprodukt „Funguran“ (Kupferoxychlorid) die Prüfprodukte „Cuprozin flüssig“ (Kupferhydroxid), „Kanne Brottrunk“, Molke und „Frutogard“ (Pflanzenstärkungsmittel) getestet. Der Infektionsdruck durch Primärinfektion, den sog. „Bubiköpfen“, war sehr hoch. Die kranken Triebe wurden zweimal von Hand ausgebrochen. Trotz dreimaliger, zeitgleicher Behandlung mit den Prüfprodukten war der Befall in den Prüfvarianten so groß, dass der Versuch abgebrochen werden mußte. Lediglich „Frutogard“ zeigte eine gute Wirkung. Bei einer Versuchsernte am 01.09.2004 konnten in diesem Prüfgebiet die Erträge der praxisüblichen Variante jedoch auch nicht annähernd erreicht werden (Abb. 6.5). Zudem muss „Frutogard“ wegen seines Gehaltes an Phosphoriger Säure in Zukunft als Pflanzenschutzmittel gelistet werden und ist im Ökologischen Landbau daher nicht mehr einsetzbar.

Zur Bekämpfung des Echten Mehltaus *Sphaerotheca humuli* wurden 2004 in einem weiteren Versuchsgarten in Ursbach (Sorte: PE) als Prüfprodukte Kalium-Bicarbonat mit Netzmittel, Molke und „hipocre“ (natürliche Mikroorganismen, fermentierte Pflanzenextrakte

und Spurenelemente) eingesetzt. Da auch in unbehandelten Parzellen kein Echter Mehltau auftrat, konnte kein Ergebnis gewonnen werden.

Abbildung 6.4:

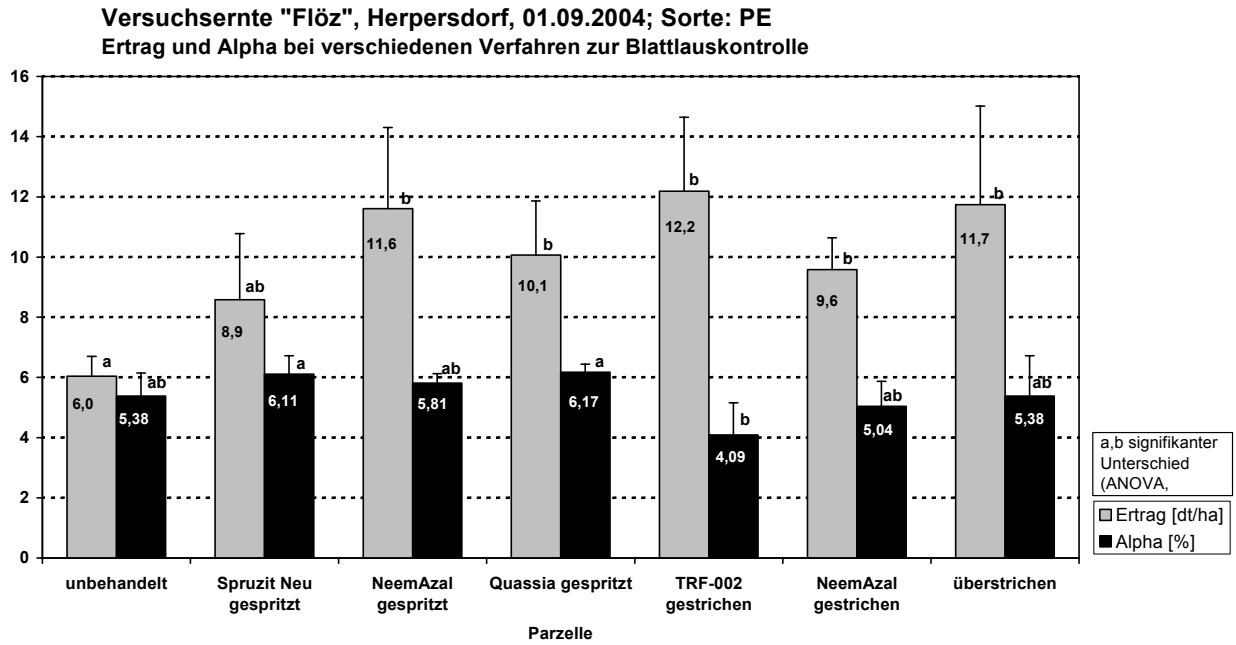
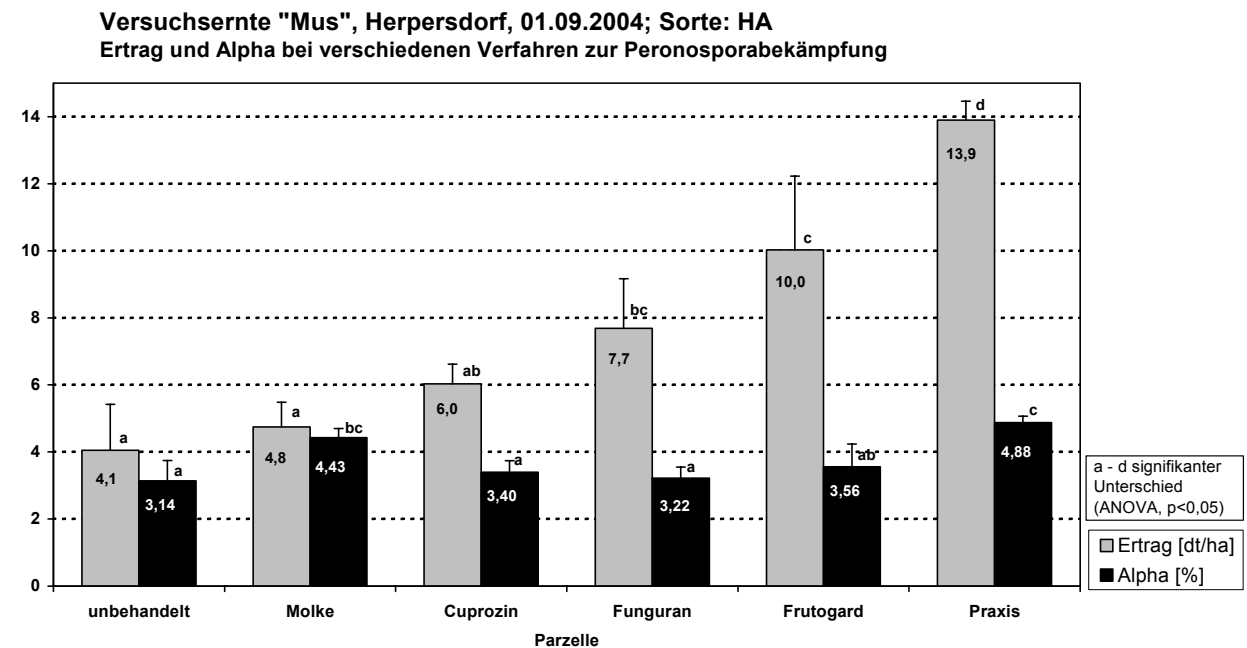


Abbildung 6.5:





## 6.4 Entwicklung eines Einzelrebensprühgerätes für die amtliche Mittelprüfung im Hopfen

Abbildung 6.6 : Einzelrebensprühgerät



### Zielsetzung

In der Sonderkultur Hopfen steht den Landwirten nur eine begrenzte Anzahl an zugelassenen Pflanzenschutzmitteln zur Verfügung. Für eine Zulassung im Hopfen werden acht Wirkungs- und acht Rückstandsversuche benötigt. Diese Freilandversuche werden bisher mit einem praxisüblichen Gebläsesprayer durchgeführt. Die Parzellengröße liegt bei 500 m<sup>2</sup>, bonitiert werden nur 10 Aufleitungen im Kern der Parzelle. Mit der Entwicklung des Einzelrebensprühgerätes sollen die Versuchsflächen und somit auch die Entschädigungskosten reduziert werden. Für die Pflanzenschutzfirmen wird dadurch ein Anreiz geschaffen sehr früh neue Prüfsubstanzen im Hopfen zu testen. Dadurch kann die Zulassung im Hopfen schon im Zeitrahmen der Hauptkulturen erfolgen und die Rückstandshöchstmenge muss nicht nachträglich für Hopfen festgelegt werden.

### Methode

Am Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik wurde dieser Prototyp in enger Zusammenarbeit mit IPZ 5b und IPS entwickelt. Es handelt sich um einen Frontanbau mit hydraulischem Hubmast. Der Spritzkorb ist an dem Hubmast befestigt und fährt gleichmäßig an der Rebe entlang nach oben. Durch Verwendung von drei Zweistoffdüsen und drei zusätzlichen Luftdüsen konnte eine praxisähnliche Ausbringung bei einer Wassermenge von nur 300 bis 800 ml/Aufleitung erzielt werden. Die Spritzbrühe wird in eine Druckflasche gefüllt und direkt am Spritzkorb befestigt. Beim Spritzvorgang fährt die Druckflasche mit nach oben. Dadurch konnten die Leitungen zu den Düsen sehr kurz gehalten werden und es entstehen sehr geringe Restmengen. Durch die Verwendung von Druckflaschen können auch im Labor die geringen Mengen an Prüfmittel eingewogen werden. Beim Spritzen gibt es keinen Druckabfall, da mit Druckluft, Windkessel und Kompressor gearbeitet wird. Wenn ein neues Prüfmittel gespritzt werden soll, wird die Druckflasche ersetzt. Die Reinigung der Leitungen und Düsen erfolgt mit Wasser und Druckluft. Den Spritzkorb kann man mit einer Handpistole mit Wasser reinigen. Im Heckanbau des Schleppers befindet sich ein eigener Ölmotor, Kompressor und zwei Wasserbehälter. Die technische Entwicklung des Gerätes ist größtenteils abgeschlossen.

## Belagsmessungsversuch

Damit die Versuchsergebnisse der Einzelrebenspritze später auf die Praxis übertragen werden können, müssen vergleichende Versuche mit dem Praxisgerät und der Einzelrebenspritze durchgeführt werden. Im August 2004 wurde deshalb in Zusammenarbeit mit Herrn Schenk IPS und der FA Geisenheim ein Belagsmessungsversuch durchgeführt. Durch Applikation eines Farbstoffes konnte bei der Probenahme der Blätter durch das Abwaschen des Spritzbelages die genaue Belagsmenge festgestellt werden. Je 5 Aufleitungen wurden mit der Praxisgebläsespritze und der Einzelrebenspritze behandelt. Pro Variante wurden 400 Blätter von vier Etagen (unten, mitten, oben außen und oben innen) entnommen. Davon wurden 200 Blätter auf der Blattoberseite und 200 Blätter auf der Blattunterseite abgewaschen. Das Abwaschen erfolgte mit vorbereiteten Gläsern mit definiertem Inhalt, die mit dem Blatt abgedeckt und dann geschüttelt wurden. Durch die einheitlichen Glasöffnungen war die beprobte Blattfläche immer gleich.

## Ergebnisse

Bei dieser Versuchsanstellung handelte es sich um eine quantitative Feststellung des Spritzbelages. Diese Methode ist statistisch abgesichert. Das Tröpfchenspektrum auf dem Blatt wurde jedoch nicht erfasst. Bei dem Einzelrebensprühergerät ist die Wirkstoffanlagerung mengenmäßig ähnlich bzw. sogar höher als bei dem Praxisgerät. Weitere vergleichende Wirkungsversuche müssen in den nächsten Jahren noch durchgeführt werden.

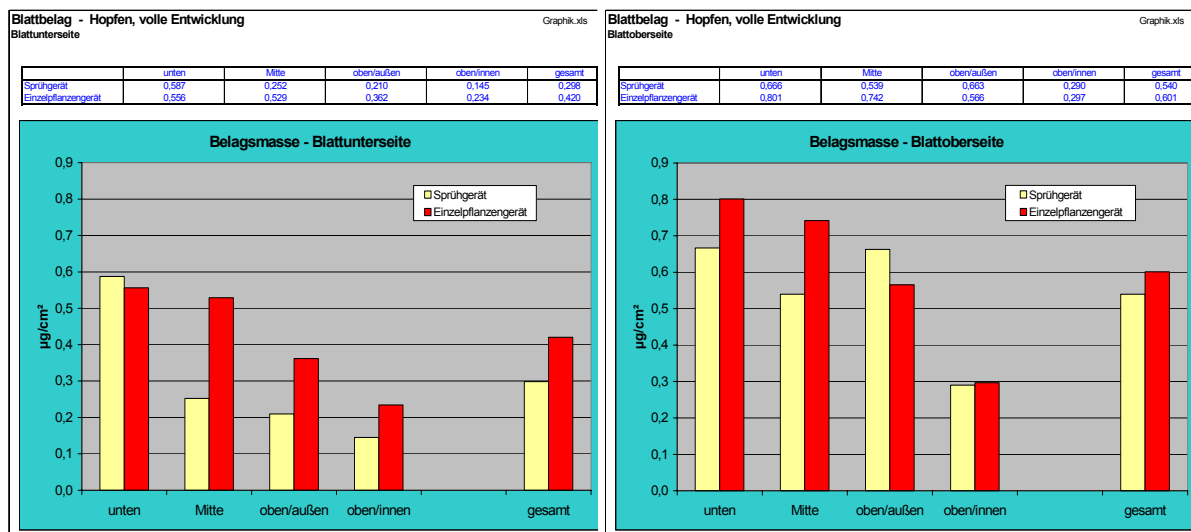
Projektleiter: Engelhard B.

Projektbearbeiter: Rödel G., Huber R., Schöttl-Pichlmaier M.

Laufzeit: 2003-2005

Förderung: Firmen BASF, Bayer CropScience, DOW AgroScience GmbH, Spiess-Urania Chemicals GmbH, Stähler und SyngentaAgro GmbH

Abbildung 6.7 : Belagsmessungsversuch 2004



## **6.5 Virusfreies Pflanzgut**

Im Jahre 2004 wurden 11.256 Pflanzen auf Virus untersucht.

- **Arbeitsbereich Züchtung**
  - 5.544 Mutterpflanzen auf ApMV und HMV
  - 560 Jungpflanzen auf ApMV
  
- **Vermehrungsbetrieb Eickelmann**
  - 309 Mutterpflanzen auf ApMV und HMV
  - davon: 34 Hallertauer Mittelfrüher
    - 4 Select
    - 4 Hersbrucker
    - 40 Saphir
    - 43 Hallertauer Merkur
    - 46 Perle
    - 36 Taurus
    - 45 Hallertauer Magnum
    - 57 Hallertauer Tradition
  
- **Ring Hallertau**
  - 56 ApMV für Bestätigung
  
- **Eigene Untersuchungen**
  - 126 ApMV
  - 574 HMV
  
- **Professor Schildbach – Proben aus der Türkei**
  - 80 ApMV
  - 80 HMV

## **7 Hopfenqualität und –analytik**

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

### **7.1 Allgemeines**

Die Arbeitsgruppe IPZ 5d hat die Aufgabe, alle analytischen Untersuchungen durchzuführen, die zur Unterstützung von Versuchsfragen des Arbeitsbereichs IPZ 5 Hopfen benötigt werden. Die Bitterstoffe, ätherischen Öle und Polyphenole gelten als die wertgebenden Inhaltsstoffe des Hopfens. Insbesondere der Gehalt an  $\alpha$ -Säuren wird als das primäre wirtschaftliche Qualitätsmerkmal des Hopfens betrachtet, da er ein Maß für das Bitterpotential darstellt. Die ätherischen Öle sorgen für das Hopfenaroma im Bier. Die Polyphenole besitzen viele positive Eigenschaften hinsichtlich der Gesundheit, da sie als Antioxidantien wirken und freie Radikale einfangen können. Besonders die Substanz Xanthohumol erlangte wegen ihres antikanzerogenen Potentials in letzter Zeit großes öffentliches Interesse. Es ist durch viele Sudversuche belegt, dass durch die Auswahl von unterschiedlichen Hopfensorten aus verschiedenen Anbaugebieten den Bieren unterschiedliche Charaktere verliehen werden können. Dies kann jedoch bisher noch nicht analytisch einem eindeutigen Spektrum von Inhaltsstoffen zugeordnet 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 die Trockenheitsresistenz immer wichtiger. Der  $\alpha$ -Säuregehalt soll bei Aromasorten möglichst geringen Schwankungen unterliegen. Die Erhöhung des Xanthohumolgehalts und des Gehalts niedermolekularer Polyphenole wurde ebenfalls als Zuchtziel definiert.

#### **7.2.1 Zuchtprogramm Aromasorten**

Die Tabelle 7.2 zeigt Untersuchungsergebnisse der Ernte 2003 mit Kriterien des Saazer Formenkreises im Vergleich zu den Sorten Saazer, Spalter, Spalter Select und Tettninger. Einige Sorten zeichnen sich durch einen hohen Linalool- und Farnesengehalt bei gleichzeitig niedrigen Cohumulongehalten aus.

#### **7.2.2 Zuchtprogramm Bittersorten**

Bei den Bittersorten sind einerseits Bitterhopfen ohne qualitative Anforderungen mit möglichst hohen  $\alpha$ -Säuregehalten 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 7.1 zeigt eine Auswahl einiger Zuchtstämme mit hohen  $\alpha$ -Säuregehalten im Vergleich zu Hallertauer Magnum, Hallertauer Merkur und Hallertauer Taurus des Jahres 2003. Der Zuchtstamm 95/094/816 wurde unter

dem Namen Herkules beim Bundessortenamt zur Zulassung angemeldet. Dieser Zuchtstamm bringt hinsichtlich Reifezeit, Resistenz, Ertrag und  $\alpha$ -Säuren ertrag einen deutlichen Zuchtfortschritt. Auch im Jahr 2003, das durch extrem niedrige  $\alpha$ -Säurenwerte gekennzeichnet war, zeigten viele Hüller Zuchtsorten noch ganz gute  $\alpha$ -Säuregehalte.

**Tabelle 7.1 Zuchtprogramm Bittersorten, Ernte 2003**

Sorte/Zuchtstamm	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	$\beta/\alpha$	Cohumulon	Colupulon
Hallertauer Magnum	12,44	6,52	0,52	19,9	36,3
Hallertauer Magnum	12,18	5,51	0,45	20,8	38,9
Hallertauer Merkur	11,24	5,06	0,45	16,0	38,5
Hallertauer Merkur	11,23	4,02	0,36	14,7	38,4
Hallertauer Taurus	12,94	4,10	0,32	19,1	41,3
Hallertauer Taurus	13,48	4,21	0,31	19,8	42,5
95/094/816 (Herkules)	13,49	4,36	0,32	30,4	51,6
95/094/816 (Herkules)	14,29	4,09	0,29	29,5	51,2
89/089/059	12,80	4,27	0,33	21,2	44,9
93/010/034	12,13	4,78	0,39	18,1	39,6
93/010/063	12,63	4,77	0,38	28,0	48,7
94/075/761	13,49	4,95	0,37	14,3	30,0
95/083/769	13,43	3,42	0,25	21,7	46,3
95/094/721	13,69	4,20	0,31	30,5	55,3
95/094/834	13,33	4,18	0,31	30,5	52,4
95/094/850	12,49	4,02	0,32	20,1	40,4
97/065/753	12,73	4,26	0,34	19,1	46,6
99/061/009	12,44	3,08	0,25	18,7	35,2
2000/066/011	12,74	4,05	0,32	24,1	42,5
2000/070/006	12,87	4,94	0,38	22,5	37,9
2000/108/715	14,11	4,26	0,30	26,1	48,1
2000/109/727	12,91	5,52	0,43	18,2	46,9
2000/109/728	16,54	3,71	0,22	20,8	42,4
2001/093/010	12,28	3,77	0,31	20,8	40,4
2001/093/714	12,63	4,24	0,34	22,9	44,0
2001/093/715	12,48	5,18	0,42	19,7	40,4
2001/103/710	12,45	3,20	0,26	17,0	35,2
2001/109/010	14,86	4,62	0,31	19,9	42,3
2002/061/007	15,06	5,98	0,40	22,0	44,2
2002/061/011	14,59	3,91	0,27	24,7	49,3
2002/061/725	13,76	4,49	0,33	27,3	51,9
2002/061/735	12,64	3,48	0,27	26,1	48,7
2002/061/748	13,37	4,68	0,35	22,3	46,5
2002/061/754	13,54	4,71	0,35	22,0	46,3
2002/069/026	12,32	3,42	0,28	26,9	49,6

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

**Tabelle 7.2: Zuchtstämme mit Kriterien des Saazer Formenkreises und niedrigen Cohumulongehalten, Ernte 2003**

Sorte/ Zuchtstamm	Myr- cen	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	2167	21	5	3	35	0	15	302	30	11	6	4	22	0	0	3,00	4,37	1,45	23,1	41,0
Spalter	2828	20	4	2	40	0	16	303	40	10	3	2	17	0	0	2,43	4,62	1,90	24,8	42,6
Spalter Select	7362	40	8	4	69	19	15	201	123	9	27	24	11	44	0	2,47	2,70	1,09	20,6	40,9
Tettnanger	3058	18	3	4	43	0	15	293	39	10	4	0	21	0	0	2,62	4,63	1,77	23,2	40,7
89/002/025	1755	36	5	9	35	0	9	210	26	6	4	0	11	0	0	4,03	3,62	0,90	19,8	52,7
91/033/015	2777	7	6	4	22	0	6	242	66	7	3	2	13	0	0	2,64	1,44	0,54	16,0	32,3
93/053/033	1803	32	3	2	21	0	15	291	41	9	4	3	16	0	0	4,22	4,51	1,07	19,7	37,0
97/010/023	3717	5	3	4	24	0	10	235	57	8	6	3	15	0	0	4,69	4,47	0,95	20,9	36,6
99/096/712	2004	66	2	5	17	0	10	183	26	6	41	50	14	2	0	6,15	2,71	0,44	23,6	44,3
2001/016/705	3056	39	3	22	26	0	17	217	34	7	34	39	16	0	0	5,53	2,29	0,41	22,4	44,7
2001/016/713	2746	72	4	30	12	0	24	274	24	7	4	4	15	0	0	4,93	2,42	0,49	21,8	42,2
2001/018/726	4348	54	5	5	40	0	22	179	21	8	11	11	17	16	0	6,99	3,67	0,52	21,0	49,5
2001/019/E62	2265	25	5	5	25	0	16	177	32	6	7	3	12	0	0	5,16	2,67	0,52	21,7	43,2
2001/032/702	979	7	6	3	28	0	7	271	24	11	6	3	22	0	0	4,34	2,86	0,66	17,7	46,9
2001/035/021	4310	44	5	4	36	0	14	264	64	7	4	3	15	0	0	4,42	2,17	0,49	21,4	42,9
2001/059/B08	1726	50	1	1	28	0	9	179	27	11	4	3	19	0	0	3,54	4,19	1,18	21,1	43,4
2001/059/B23	1562	53	1	4	8	0	5	174	40	8	3	2	14	0	0	4,13	1,81	0,44	21,0	43,9
2001/059/B35	2210	54	3	4	14	0	10	167	34	8	3	2	16	0	0	6,17	2,62	0,43	18,2	40,3
2001/059/B99	1766	14	1	5	12	0	7	255	89	9	3	3	17	0	0	3,93	1,27	0,32	24,7	44,7
2001/059/B113	2369	58	2	1	22	0	9	215	42	9	4	3	18	0	0	3,48	1,56	0,45	23,8	46,2
2001/059/B105	963	89	3	0	19	0	14	169	35	23	14	9	40	7	0	4,53	2,31	0,51	23,4	48,8
2001/059/B118	1365	41	2	1	10	0	4	203	35	7	3	3	15	0	0	4,39	1,68	0,38	23,5	43,7
2001/059/B119	2400	24	3	1	42	0	9	182	45	15	9	8	28	5	0	3,68	1,44	0,39	26,2	52,6

Ätherische Öle = Relativwerte,  $\beta$ -Caryophyllen = 100;  $\alpha$ - und  $\beta$ -Säuren in % lfr.; 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 2003. Sie kann als Hilfsmittel dienen, um unbekannte Hopfensorten einem bestimmten Sortentyp zuzuordnen.

**Tabelle 7.3: Welthopfensortiment Ernte 2003**

Sorte	Myr- cen	2-M.-iso- butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Lina- lool	Aroma- dendren	Unde- canon	Humu- len	Farne- sen	$\gamma$ -Muu- rolen	$\beta$ -Se- linen	$\alpha$ -Se- linen	Cadi- nen	Seli- nadien	Gera- niol	$\alpha$ -Säu- ren	$\beta$ -Säu- ren	$\beta/a$	Cohu- mulon	Colu- pulon
Admiral	3893	670	3	14	31	0	10	276	0	7	6	3	16	0	0	12,57	5,01	0,40	44,4	66,2
Agnus	4369	12	1	4	10	0	2	89	0	4	6	5	12	0	0	11,79	5,50	0,47	26,4	50,5
Alpharoma	2757	155	27	11	14	0	15	263	27	9	7	5	18	0	0	4,84	2,23	0,46	27,8	55,8
Apolon	7439	30	21	12	21	0	5	196	123	8	7	6	14	0	0	6,69	3,46	0,52	21,3	43,0
Aurora	9035	68	0	26	47	0	16	245	52	6	6	2	15	0	0	7,42	3,37	0,45	21,5	49,8
Backa	1106	153	6	3	12	0	5	247	20	8	6	3	18	0	0	5,13	3,31	0,64	37,3	62,3
Belgischer Spalter	1756	36	0	4	17	7	4	153	0	8	27	28	14	43	0	3,48	2,72	0,78	23,9	45,5
Blisk	3971	98	8	2	20	0	3	230	117	9	9	6	16	0	0	4,96	2,38	0,48	34,4	59,6
Bobek	13047	108	4	52	94	0	18	274	56	7	7	3	14	0	0	2,81	3,99	1,42	28,8	48,3
Bor	3837	29	0	24	9	0	3	269	0	6	3	3	13	0	0	4,85	3,63	0,75	22,5	43,0
Brewers Gold	5277	248	10	29	16	0	1	177	0	7	8	6	15	0	0	5,88	4,21	0,72	37,2	64,7
Bullion	5942	199	16	29	20	0	2	176	0	5	6	5	15	0	0	5,70	5,09	0,89	34,5	60,7
Cascade	5540	97	12	6	21	0	4	224	29	8	8	6	18	0	0	4,68	6,13	1,31	30,9	46,8
Chang bei no 1	5328	24	3	2	44	0	8	212	36	8	20	21	15	23	0	1,65	3,08	1,87	21,8	39,7
College Cluster	2619	36	11	28	7	0	2	139	0	4	6	5	10	0	0	4,42	1,69	0,38	24,7	46,9
Columbus	5391	85	10	7	9	0	2	133	0	2	8	8	26	9	0	13,34	4,10	0,31	27,2	50,3
Comet	1710	40	2	37	9	0	2	8	6	1	31	37	5	9	2	5,36	2,58	0,48	37,3	58,8
Crystal	2714	12	4	3	35	34	14	214	0	10	30	30	17	35	0	2,47	3,74	1,52	18,5	36,8
Density	1858	40	0	0	15	0	4	221	0	6	0	3	14	0	0	2,42	2,56	1,06	35,6	61,4
Dunav	3222	36	1	98	7	0	3	154	21	5	2	2	14	1	0	4,74	5,07	1,07	26,5	58,2
Early Choice	1303	31	0	9	5	0	2	205	0	5	32	41	15	0	0	1,62	1,43	0,88	33,1	51,7
Eastern Gold	1345	3	1	4	11	0	6	203	14	18	9	7	36	8	0	7,92	4,78	0,60	25,2	42,6
Eastwell Golding	2933	27	1	5	19	0	5	256	0	6	4	3	14	0	0	3,37	2,43	0,72	26,9	47,1



Fortsetzung Tabelle 7.3

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	$\gamma$ -Murolen	$\beta$ -Selenin	$\alpha$ -Selenin	Cadinen	Selinadien	Geraniol	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	$\beta/a$	Cohumulon	Colupulon
Emerald	594	8	3	4	3	0	4	271	0	5	3	3	13	0	0	2,63	2,59	0,98	27,6	42,3
Eroica	3981	354	32	70	7	0	13	157	0	5	8	7	13	0	0	9,97	8,18	0,82	37,9	63,0
First Gold	5117	331	4	39	22	0	14	214	13	6	45	51	16	0	0	7,07	3,22	0,46	32,8	56,2
Fuggle	1886	60	0	2	14	0	4	268	21	7	4	3	18	0	0	3,13	2,28	0,73	28,6	48,5
Galena	5165	420	33	108	6	0	16	184	0	7	8	6	14	0	2	11,60	8,38	0,72	37,7	62,4
Ging dao do hua	4262	460	3	2	21	0	8	245	0	16	31	27	33	0	0	2,61	2,74	1,05	47,4	70,7
Glacier	1421	9	3	1	12	0	5	258	0	7	4	3	17	0	0	1,99	4,05	2,03	14,6	37,8
Golden Star	3798	500	0	5	17	0	7	256	0	18	31	26	36	0	0	2,52	2,65	1,05	46,8	70,5
Granit	4267	45	2	6	12	0	5	184	0	4	6	5	11	0	0	4,76	3,16	0,66	22,6	43,3
Green Bullet	2211	69	10	3	14	0	5	221	0	7	3	3	14	0	0	6,15	4,43	0,72	40,5	67,3
Hallertauer Gold	1691	11	12	2	16	0	4	239	0	6	5	3	14	0	0	4,86	4,22	0,87	22,2	39,7
Hallertauer Magnum	3840	19	18	10	8	0	4	262	0	7	3	3	14	0	0	12,88	5,85	0,45	18,3	35,7
Hallertauer Merkur	3018	112	11	4	23	0	4	246	0	6	4	3	15	0	0	11,02	4,79	0,43	15,7	39,2
Hallertauer Mfr.	1008	31	2	1	30	0	7	301	0	10	5	4	20	0	0	2,98	4,01	1,34	19,9	39,4
Hallertauer Taurus	5496	13	9	10	34	0	7	223	0	6	42	53	16	0	0	12,69	4,34	0,34	19,6	41,0
Hallertauer Tradition	1346	27	4	0	23	0	4	274	0	7	6	3	16	0	0	4,27	3,21	0,75	25,9	45,9
Herald	6007	303	3	83	15	0	18	188	0	5	22	22	14	0	0	9,27	3,22	0,35	34,4	59,0
Hersbrucker Pure	7135	41	0	13	35	12	8	176	0	8	30	32	16	49	0	2,69	1,74	0,65	25,2	46,3
Hersbrucker Spät	2068	7	4	3	46	38	10	199	0	11	42	43	17	54	0	2,30	3,94	1,72	17,7	35,8
Horizon	3455	57	3	10	23	0	4	134	14	4	11	10	11	0	0	6,20	3,86	0,62	18,7	39,4
Hüller	2636	68	16	3	29	22	9	165	0	28	48	46	50	71	0	5,65	3,24	0,57	26,3	45,0
Hüller Anfang	795	32	5	0	15	0	5	302	0	10	5	4	19	0	0	2,36	3,99	1,69	22,7	39,0
Hüller Aroma	959	17	2	0	21	0	4	251	0	8	3	3	16	0	0	2,97	4,45	1,50	24,7	43,9

Fortsetzung Tabelle 7.3

Sorte	Myr- cen	2-M.-iso- butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Lina- lool	Aroma- dendren	Unde- canon	Humu- len	Farne- sen	$\gamma$ -Muu- rolen	$\beta$ -Se- linen	$\alpha$ -Se- linen	Cadi- nen	Seli- nadien	Gera- niol	$\alpha$ -Säu- ren	$\beta$ -Säu- ren	$\beta/a$	Cohu- mulon	Colu- pulon
Hüller Fortschritt	986	10	4	0	17	0	5	245	0	7	4	3	14	0	0	2,21	4,42	2,00	26,0	42,0
Hüller Start	637	12	1	1	8	0	6	266	0	8	6	3	17	0	0	2,16	3,80	1,76	23,5	42,6
Japan C 730	2217	14	21	37	8	0	6	103	90	4	6	5	9	0	0	1,84	1,48	0,80	35,1	59,7
Japan C 827	1890	17	8	7	5	0	4	273	33	8	8	6	17	25	0	2,96	1,81	0,61	27,2	53,4
Japan C 845	1438	4	3	23	4	0	3	275	24	8	3	3	15	0	0	5,54	4,34	0,78	20,0	39,2
Kirin 1	3685	433	3	3	15	0	6	228	0	13	24	21	28	0	0	2,91	3,03	1,04	46,3	70,4
Kitomidori	1547	6	3	21	5	0	2	248	15	8	3	3	14	0	0	5,58	4,61	0,83	19,8	38,5
Kumir	2974	24	0	13	27	0	4	297	10	8	6	3	16	0	0	7,05	4,70	0,67	19,1	39,8
Late Cluster	18514	226	24	25	67	26	16	43	12	33	74	74	66	98	7	7,00	3,57	0,51	20,6	41,8
Liberty	4381	80	2	7	42	0	9	258	0	7	5	4	17	1	0	2,65	2,57	0,97	27,5	47,0
Marynka	9989	176	4	30	16	0	5	124	163	8	8	7	14	1	0	8,44	3,63	0,43	23,2	49,1
Mount Hood	1274	39	7	1	26	0	4	218	0	11	5	3	21	0	0	1,95	3,41	1,75	21,9	41,1
Neoplanta	3902	71	0	26	13	0	4	179	35	5	2	2	12	0	0	4,90	2,58	0,53	28,3	59,0
Northern Brewer	1536	42	0	16	6	0	3	209	0	6	3	3	12	0	0	5,73	4,62	0,81	27,4	48,1
Nugget	2372	90	2	11	15	0	6	177	0	6	8	6	12	0	0	8,49	3,05	0,36	24,3	48,8
Olympic	1907	91	2	8	15	0	6	180	0	5	8	6	12	0	0	8,74	3,11	0,36	24,8	49,5
Omega	2607	113	6	5	14	0	6	306	0	6	46	58	18	0	0	4,51	2,95	0,65	31,8	45,7
Orion	1042	39	1	2	14	0	3	165	0	7	2	2	16	0	0	5,45	3,96	0,73	27,5	48,3
OT 48	1979	60	3	1	24	0	8	225	0	7	2	4	16	0	0	2,18	2,68	1,23	36,2	60,7
Pacific Gem	3697	315	15	15	17	0	13	263	0	7	3	2	16	0	0	9,32	5,72	0,61	39,6	66,7
PCU 280	1092	18	0	7	3	0	2	234	0	5	3	3	13	0	0	5,28	2,54	0,48	25,6	47,4
Perle	911	21	1	7	3	0	2	206	0	5	2	2	12	0	0	3,34	2,45	0,73	32,8	51,4

Fortsetzung Tabelle 7.3

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	$\gamma$ -Muurolen	$\beta$ -Selinen	$\alpha$ -Selinen	Cadinen	Selinadien	Geraniol	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	$\beta/a$	Cohumulon	Colupulon
Phoenix	888	99	1	3	4	0	2	225	18	6	42	53	15	0	0	9,27	3,97	0,43	22,8	45,0
Pilgrim	6109	351	3	116	12	0	22	247	0	6	52	62	17	0	0	5,24	2,34	0,45	38,8	62,8
Pilot	4271	207	3	18	59	0	46	65	0	9	305	363	30	0	3	6,07	2,26	0,37	34,9	61,9
Pioneer	3513	471	3	62	13	0	31	205	0	6	19	18	15	0	0	7,17	2,53	0,35	38,7	64,6
Premiant	3404	36	2	11	26	0	5	248	10	7	4	3	15	0	0	6,54	4,57	0,70	19,3	41,7
Pride of Ringwood	2866	18	3	1	7	0	10	18	0	7	194	205	21	0	1	3,45	4,37	1,27	35,2	56,9
Progress	14818	194	24	25	63	33	17	55	0	37	78	75	70	99	6	5,92	3,62	0,61	21,1	41,6
Record	2147	28	2	5	26	0	15	295	0	10	9	5	20	0	0	1,55	3,56	2,30	24,1	42,3
Saazer	2167	21	5	3	35	0	15	302	30	11	6	4	22	0	0	3,00	4,37	1,45	23,1	41,0
Saphir	3777	9	4	16	22	5	16	196	0	7	22	20	15	28	0	1,75	3,29	1,88	11,6	40,3
Serebrianca	817	24	1	2	21	0	3	142	0	12	26	22	21	0	0	1,22	4,88	4,01	19,4	36,5
Sladek	5240	44	0	16	31	0	4	281	0	6	3	3	15	0	0	5,52	4,09	0,74	21,0	41,9
Spalter	1914	22	6	3	41	0	15	302	27	11	5	0	21	0	0	2,82	4,59	1,63	23,2	40,9
Spalter Select	7207	35	13	12	38	6	7	228	81	7	18	17	15	22	0	2,66	2,51	0,94	22,1	41,5
Sterling	1516	59	2	10	12	0	5	169	0	5	6	4	12	0	0	7,22	2,65	0,37	24,0	48,9
Sticklebract	4895	334	27	10	14	0	13	176	35	7	44	46	17	0	3	8,12	5,00	0,62	41,4	67,7
Strisselspalter	1743	4	4	4	38	35	11	224	0	10	32	35	16	39	0	2,02	4,31	2,14	15,9	32,7
Super Alpha	7540	274	16	16	44	0	7	266	0	5	3	3	13	0	0	5,07	4,39	0,87	40,1	63,7
Talisman	4014	41	0	37	7	0	2	202	0	5	2	2	13	0	0	5,49	4,79	0,87	27,8	47,8
Tettnanger	3058	18	3	4	43	0	15	293	39	10	4	0	21	0	0	2,62	4,63	1,77	23,2	40,7
Toyomidori	4009	436	14	171	16	0	8	208	0	17	8	7	33	7	0	10,68	4,42	0,41	39,5	60,0
USDA 21055	3678	291	3	179	8	0	3	120	38	5	11	12	14	0	0	8,69	2,92	0,34	42,2	65,4

Fortsetzung Tabelle 7.3

Sorte	Myr- cen	2-M.-iso- butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Lina- lool	Aroma- dendren	Unde- canon	Humu- len	Farne- sen	$\gamma$ -Muu- rolen	$\beta$ -Se- linen	$\alpha$ -Se- linen	Cadi- nen	Seli- nadien	Gera- niol	$\alpha$ -Säu- ren	$\beta$ -Säu- ren	$\beta/a$	Cohu- mulon	Colu- pulon
WFG	2935	18	0	10	32	0	10	296	45	9	7	3	19	0	0	2,64	4,27	1,62	23,9	40,8
Willamette	2379	52	0	4	13	0	2	250	32	6	5	4	13	0	0	2,22	2,49	1,12	32,4	53,2
Wye Challenger	5180	149	0	16	17	0	7	244	0	5	36	42	15	0	0	2,73	3,47	1,27	31,4	47,4
Wye Saxon	2603	38	0	71	11	0	5	163	30	6	26	25	15	0	0	5,45	5,70	1,05	18,6	38,8
Wye Target	4050	197	4	16	27	0	6	167	0	12	10	8	26	7	0	9,16	4,03	0,44	34,2	60,5
Wye Viking	4737	102	7	42	18	0	9	197	71	7	30	29	16	0	0	6,56	5,87	0,89	21,1	39,9
Yeoman	1321	95	0	3	5	0	2	201	0	5	32	39	13	0	0	9,24	4,09	0,44	23,1	44,2
Zatecki	1151	29	0	2	10	0	2	205	14	5	2	2	12	0	0	1,65	2,09	1,26	28,9	47,8
Zenith	5889	36	0	14	34	0	8	234	0	5	48	60	15	0	0	4,33	2,19	0,51	27,2	48,6
Zeus	6431	119	14	9	12	0	3	147	0	14	10	10	30	10	0	12,31	3,70	0,30	26,9	50,5
Zitic	3724	7	1	6	9	0	6	254	0	5	4	2	12	0	0	2,58	2,66	1,03	20,9	41,8

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

## 7.4 Ringanalysen zur Ernte 2004

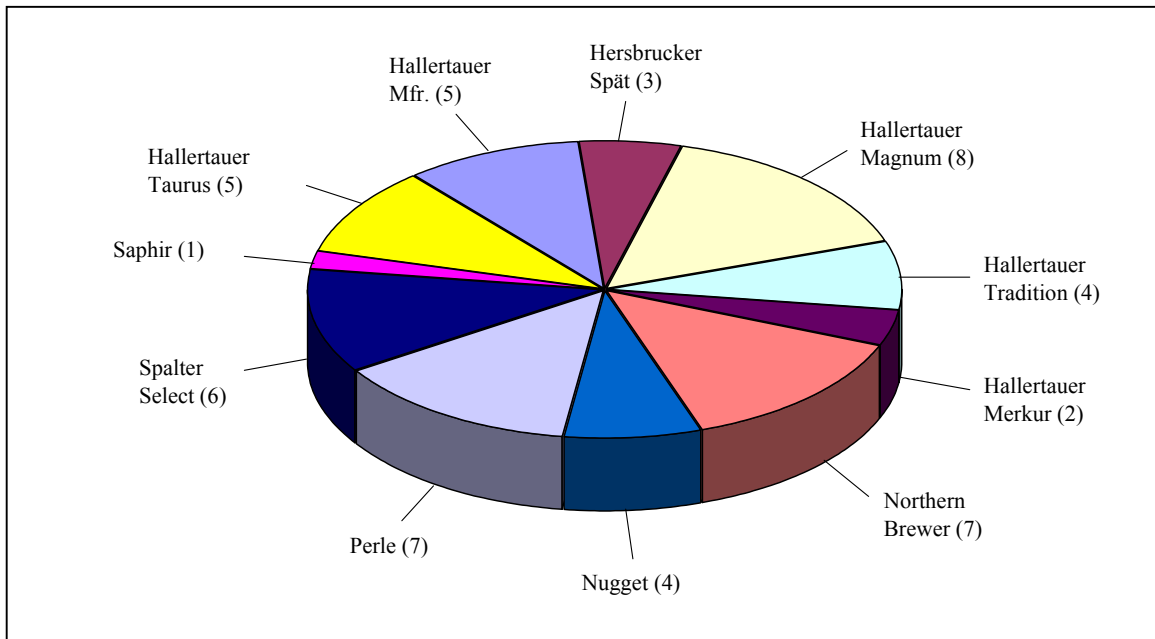
Seit dem Jahr 2000 gibt es bei den Hopfenlieferverträgen eine Zusatzvereinbarung, in der die  $\alpha$ -Säuregehalte Berücksichtigung finden. Der im Vertrag vereinbarte Preis gilt, wenn der  $\alpha$ -Säuregehalt in einem Neutralbereich liegt. Wird dieser Neutralbereich über- bzw. unterschritten, gibt es einen Zu- oder Abschlag. Im Pflichtenheft der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik ist genau festgelegt, wie mit den Proben umgegangen wird (Probenteilung, Lagerung), welche Labore die Nachuntersuchungen durchführen und welche Toleranzbereiche für die Analysenergebnisse zugelassen sind. Auch im Jahr 2004 hatte die Arbeitsgruppe IPZ 5d wieder die Aufgabe Ringanalysen zu organisieren und auszuwerten, um die Richtigkeit der  $\alpha$ -Säureanalysen zu gewährleisten.

Im Jahr 2004 haben sich folgende Labore an dem Ringversuch beteiligt

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

Der Ringversuch wurde am 30.08.2004 gestartet und am 26.11.2004 beendet, da in dieser Zeit der Großteil der Hopfenpartien in den Labore untersucht wurde. Das Probenmaterial wurde dankenswerterweise von Herrn Hörmannsperger (Hopfenring Hallertau) zur Verfügung gestellt. Jede Probe wurde immer nur aus einem Ballen gezogen, um eine größtmögliche Homogenität zu sichern. Jeweils am Montag wurden die Proben in Hüll mit einer Hammermühle vermahlen, mit einem Probenteiler geteilt, vakuumverpackt und zu den einzelnen Labore gebracht. An den darauf folgenden Wochentagen wurde immer eine Probe pro Tag analysiert. Die Analysenergebnisse wurden eine Woche später nach Hüll zurückgegeben und dort ausgewertet. Im Jahr 2004 wurden insgesamt 52 Proben analysiert. Die Abbildung 7.1 zeigt die Sortenzusammensetzung.

**Abbildung 7.1: Zusammensetzung der Ringanalyse 2004**



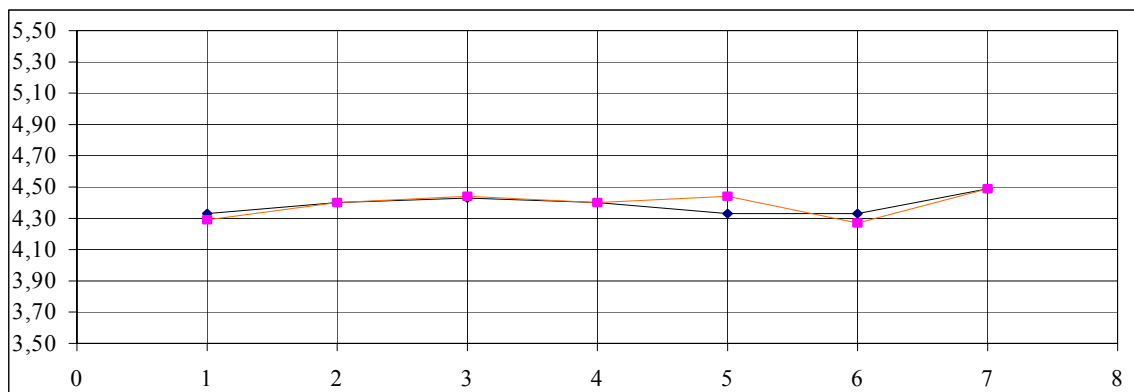
Die Auswertungen wurden so schnell wie möglich an die einzelnen Labore weitergegeben. Die Abbildungen 7.2 und 7.3 zeigen als Beispiele die Ringversuche mit der kleinsten und größten Standardabweichung.

**Abbildung 7.2: Ringanalyse mit der kleinsten Standardabweichung**

**Nr. 1: HHA (31.08.2004)**

Labor	KW		mittel	s	cvr
1	4,33	4,29	4,31	0,028	0,7
2	4,40	4,40	4,40	0,000	0,0
3	4,43	4,44	4,44	0,007	0,2
4	4,40	4,40	4,40	0,000	0,0
5	4,33	4,44	4,39	0,078	1,8
6	4,33	4,27	4,30	0,042	1,0
7	4,49	4,49	4,49	0,000	0,0

<b>mean</b>	4,39
<b>sr</b>	0,035
<b>vkr</b>	0,8
<b>sR</b>	0,069
<b>vkR</b>	1,6
<b>r</b>	0,10
<b>R</b>	0,19
<b>Min</b>	4,30
<b>Max</b>	4,49

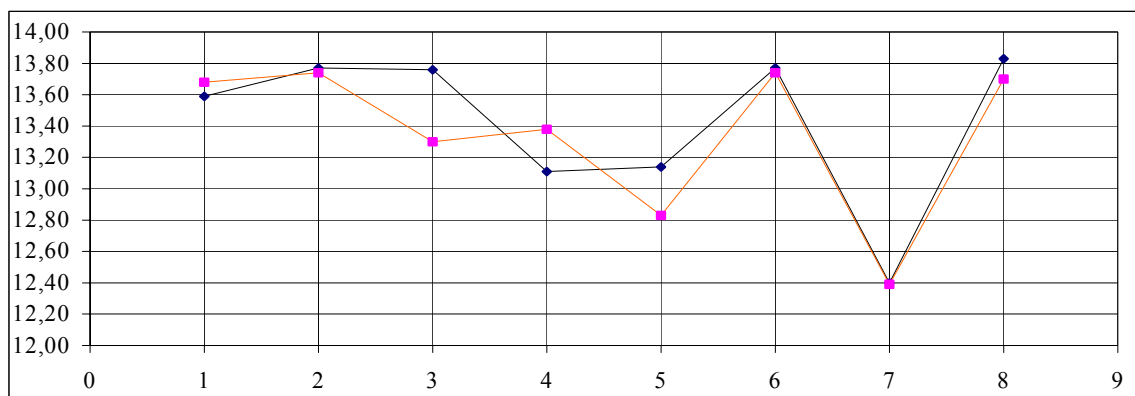


### Abbildung 7.3: Ringanalyse mit der größten Standardabweichung

Nr. 28: MR (15.10.2004)

Labor	KW		mittel	s	cvr
1	13,59	13,68	13,64	0,064	0,5
2	13,77	13,74	13,76	0,021	0,2
3	13,76	13,30	13,53	0,325	2,4
4	13,11	13,38	13,25	0,191	1,4
5	13,14	12,83	12,99	0,219	1,7
6	13,77	13,74	13,76	0,021	0,2
7	12,40	12,39	12,40	0,007	0,1
8	13,83	13,70	13,77	0,092	0,7

<b>mean</b>	13,38
<b>sr</b>	0,160
<b>vkR</b>	1,2
<b>sR</b>	0,485
<b>vkR</b>	3,6
<b>r</b>	0,45
<b>R</b>	1,36
<b>Min</b>	12,40
<b>Max</b>	13,77



Als Ausreissertest zwischen den Laboren wurde nach DIN ISO 5725 der Grubbs-Test gerechnet. Im Jahr 2004 wurden 4 Ausreisser ermittelt. Die Tabelle 7.4 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, 2003 und 2004.

**Tabelle 7.4: Toleranzgrenzen der Methode EBC 7.4 und deren Überschreitungen in den Jahren 2000, 2001, 2002, 2003 und 2004**

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

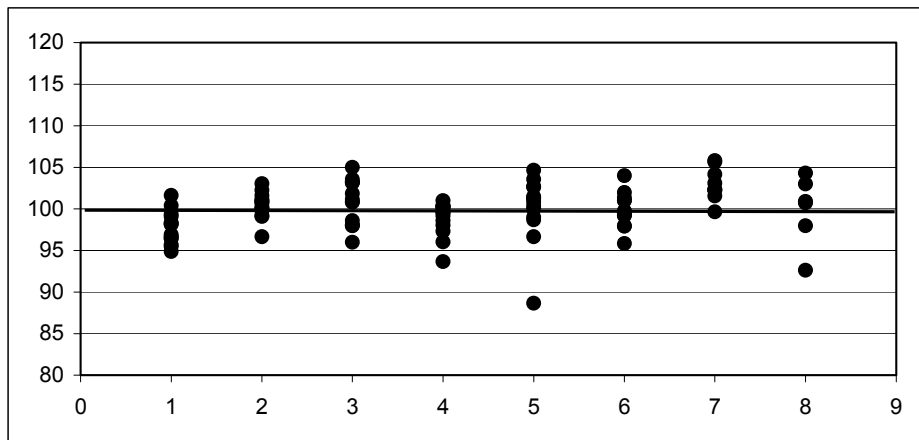
Im Jahr 2004 gab es 4 Überschreitungen im Toleranzbereich größer als 11,4 %, damit war die Ringanalyse 2004 etwas schlechter als im Jahr 2003.

In Abbildung 7.4 sind alle Analyseergebnisse für jedes Labor als relative Abweichungen zum Mittelwert (= 100 %) differenziert nach α-Säuregehalt < 5 %, > = 5 % und < 10 %, > = 10 % zusammengestellt.

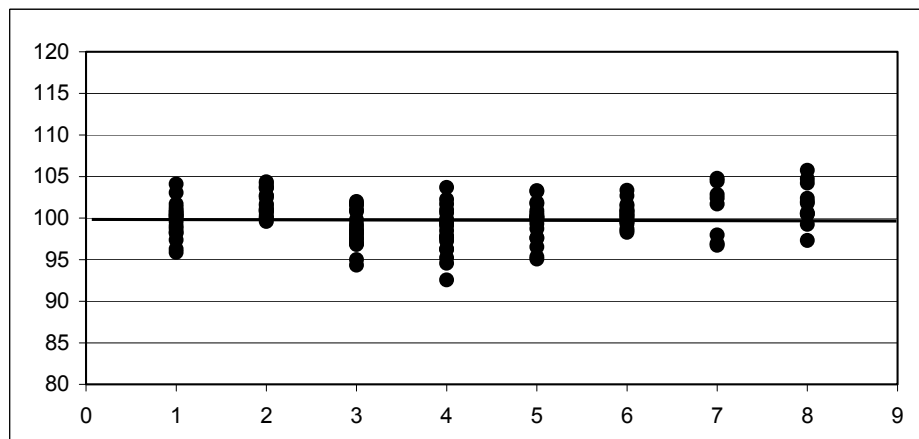


Abbildung 7.4: Analyseergebnisse der Labore relativ zum Mittelwert

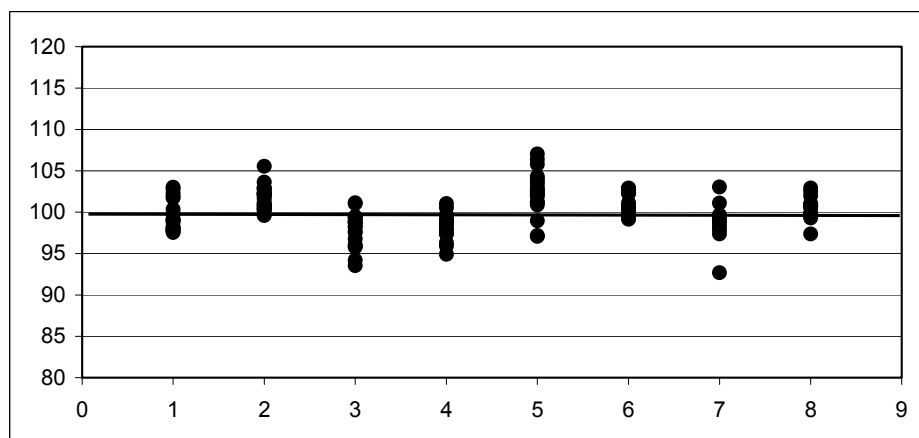
Proben < 5 %



Proben  $\geq$  5 % und < 10 %



Proben  $\geq$  10 %



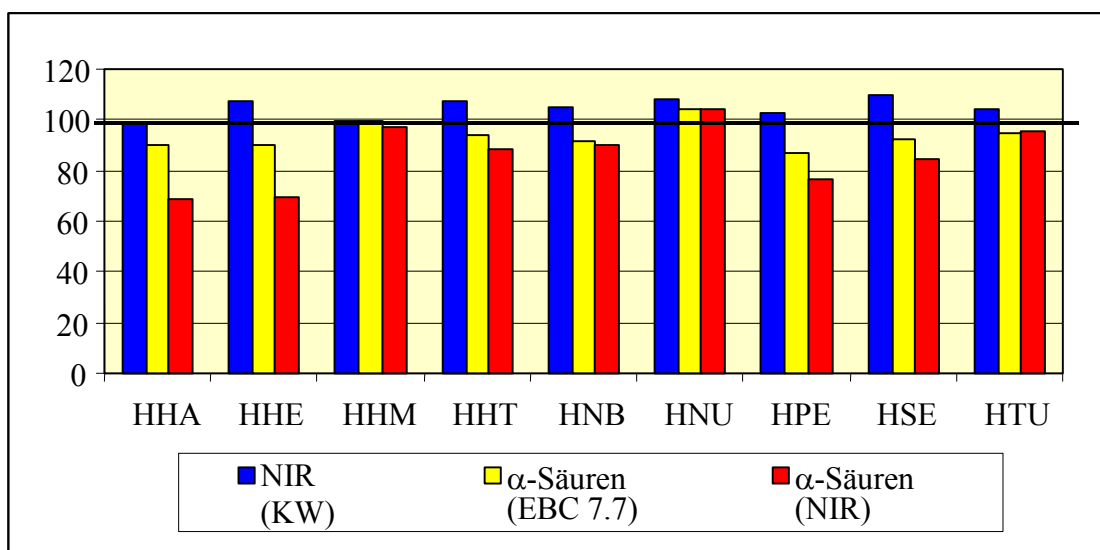
## 7.5 NIR - Nahinfrarot Reflexionsspektroskopie

- KW (EBC 7.4) = Konduktometerwert nach EBC 7.4
- NIR (KW) = Konduktometerwert bestimmt mit NIR basierend auf KW (EBC 7.4)-Kalibrierung
- $\alpha$ -Säuren (EBC 7.7) =  $\alpha$ -Säuren bestimmt mit HPLC (Hochauflösende Flüssigkeits Chromatographie) nach EBC 7.7
- $\alpha$ -Säuren (NIR) =  $\alpha$ -Säuren bestimmt mit NIR basierend auf HPLC (EBC 7.7) Kalibrierung

Innerhalb der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik wurde beschlossen, dass die bisherige NIR-Kalibrierung auf Basis Konduktometerwerte nach EBC 7.4 nicht mehr verbessert werden kann und als Methode für die Hopfenlieferungsverträge nicht geeignet ist. Die Kalibrierung wird dennoch jedes Jahr durch neue Datensätzen ergänzt und erweitert.

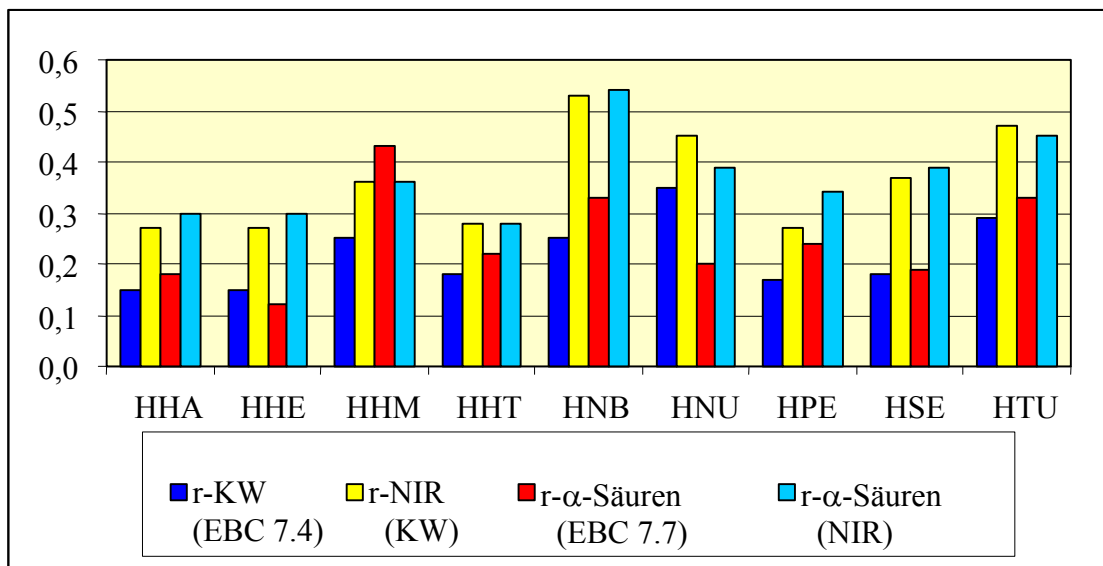
Seit dem Jahr 2000 wird von den Laboren der Hopfenverarbeitungsfirmen und der LfL in Hüll eine Kalibrierung basierend auf HPLC-Daten aufgebaut. Im Jahr 2003 erwies sich diese Kalibrierung wegen der extrem niedrigen  $\alpha$ -Säuregehalte als sehr schlecht. Die Abbildung 7.5 zeigt die Durchschnittswerte NIR (KW),  $\alpha$ -Säuren (EBC 7.7) und  $\alpha$ -Säuren (NIR) relativ zum KW (EBC 7.4) = 100 % des Ringversuchs 2003. Man sieht, dass bei den Sorten Hallertauer Mfr. und Hersbrucker Spät die  $\alpha$ -Säuren (NIR) deutlich zu niedrig sind. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in der bisherigen Kalibrierung solche extremen Proben wie bei der Ernte 2003 noch nicht vorhanden waren und die Kalibrierung bis 2002 noch nicht stabil genug war, um solche Jahrgangsschwankungen aufzufangen. Dann wurden alle vorhandenen Datensätze des Jahres 2003 an die bestehende Kalibrierung angefügt und diese wurde für die Ernte 2004 verwendet. Eine erste Validierung dieser Kalibrierung zeigte eine deutliche Verbesserung. Der Ringversuch 2004 ist aber noch nicht ganz abgeschlossen.

**Abbildung 7.5: Durchschnittswerte Ringversuch 2003, NIR (KW),  $\alpha$ -Säuren (EBC 7.7),  $\alpha$ -Säuren (NIR) relativ zum KW (EBC 7.4) = 100%**

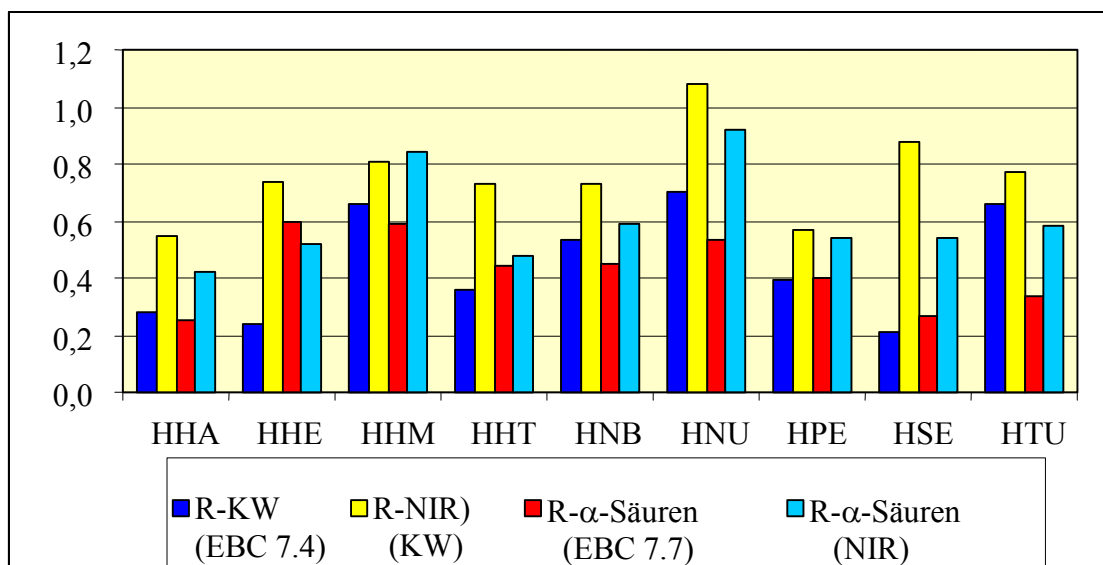


R (Reproduzierbarkeit) und r (Wiederholbarkeit) sind ein Maß für die Exaktheit einer Analysenmethode. Die Abbildungen 7.6 und 7.7 zeigen eine Zusammenstellung der r- und R-Werte der einzelnen Analysenmethoden. Sowohl aus den r- und R-Werten ist ersichtlich, dass die NIR-Methoden hinsichtlich Genauigkeit den nasschemischen Methoden unterlegen sind. Die NIR-Kalibrierung basierend auf HPLC soll dann für die Praxis freigegeben werden, wenn sie mindestens genau so gut ist wie die Konduktometermethode nach EBC 7.4.

**Abbildung 7.6: r-Werte, Ringversuch 2003, KW (EBC 7.4), NIR (KW),  $\alpha$ -Säuren (EBC 7.7),  $\alpha$ -Säuren (NIR)**



**Abbildung 7.7: R-Werte, Ringversuch 2003, KW (EBC 7.4), NIR (KW),  $\alpha$ -Säuren (EBC 7.7),  $\alpha$ -Säuren (NIR)**

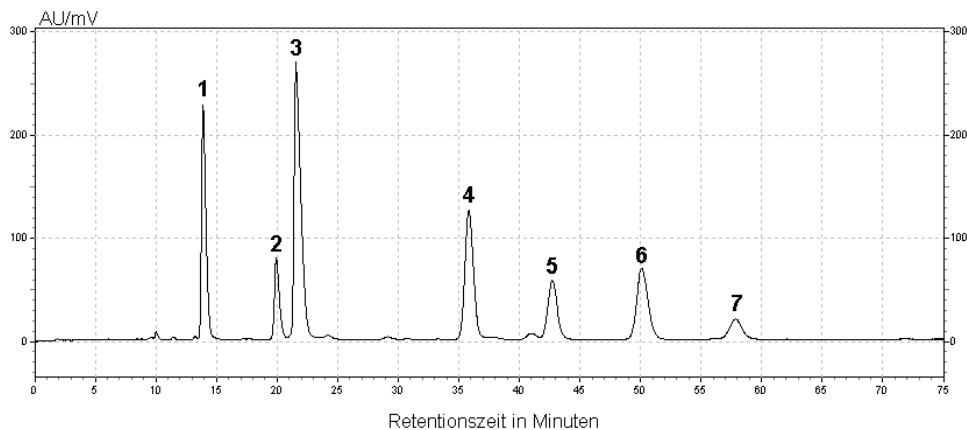


## 7.6 Differenzierung einer Auswahl des Welthopfensortiments und der Hüller Zuchtsorten nach $\alpha$ -Säuren und Polyphenolen und der Einfluss dieser Inhaltsstoffe auf die Bierqualität

Ziel dieses Projekts ist es 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 € finanziert.

Eine HPLC-Trennung wurde ausgearbeitet, die es ermöglicht alle sechs Hauptbitterstoffe sowie Xanthohumol in einem Lauf zu analysieren (Abb. 7.8). Mit dieser Methode wurde das ganze in Hüll verfügbare Welthopfensortiment (118 Proben) untersucht.

**Abbildung 7.8: HPLC-Auftrennung aller sechs Hauptbitterstoffe und von Xanthohumol**



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

Als weitere analytische Parameter wurden der Gesamtpolyphenol- und Gesamtflavanoidgehalt mit zwei spektralphotometrischen Methoden gemessen. In der Tabelle 7.5 sind die statistischen Kennzahlen der Analysen zusammengefasst.

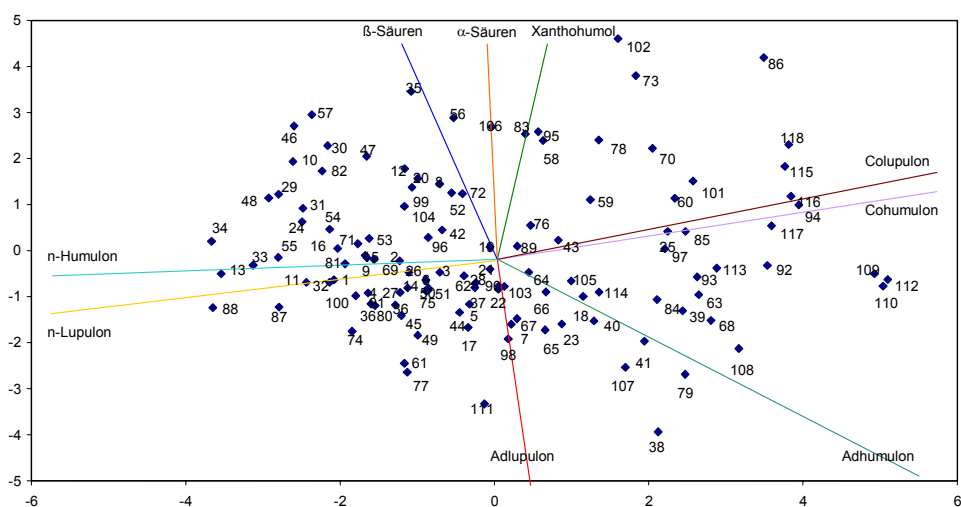
**Tabelle 7.5: Statistische Kennzahlen der Analysenparameter des Welthopfen-sortiments 2003**

Substanz	Mittelwert	Standard- abweichung	Minimum	Maximum
$\alpha$ -Säuren	5,39	3,24	0,66	15,82
$\beta$ -Säuren	3,60	1,22	1,37	8,35
Cohumulon	27,03	7,81	11,82	47,44
Adhumulon	14,98	3,41	6,56	26,52
n-Humulon	57,99	10,04	31,43	79,07
Colupulon	48,61	9,72	29,58	70,69
Adlupulon	12,74	2,16	8,01	20,72
n-Lupulon	38,65	9,62	18,54	60,04
Xanthohumol	0,37	0,19	0,11	1,08
Polyphenole	4,95	1,19	2,16	8,63
Flavanoide	0,93	0,22	0,32	1,64

$\alpha$ -,  $\beta$ -Säuren, Xanthohumol, Polyphenole, Flavanoide in % lfr.; Analoga in % der  $\alpha$ - bzw.  $\beta$ -Säuren

Die Abbildung 7.9 zeigt die Projektion der HPLC-Daten nach einer Hauptkomponentenanalyse auf eine zweidimensionalen Ebene.

**Abbildung 7.9: Darstellung der HPLC-Daten nach einer Hauptkomponentenanalyse auf einer zweidimensionalen Ebene**



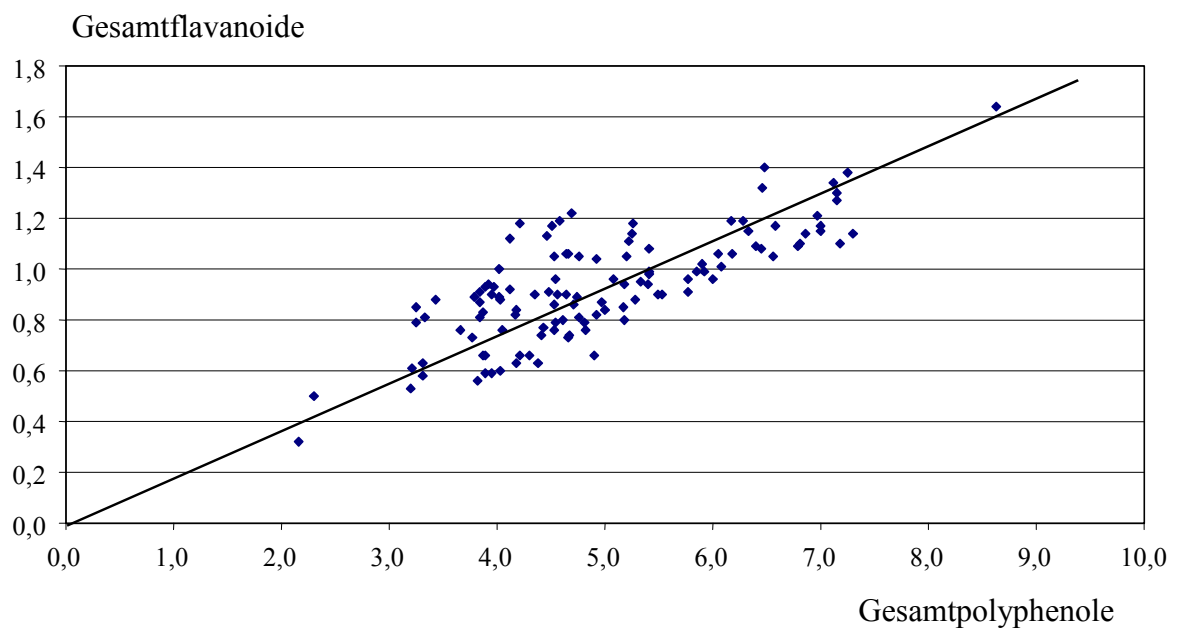
in Abbildung 7.9 dargestellte Sorten

Nr.	Sorte	Nr.	Sorte	Nr.	Sorte	Nr.	Sorte
1	Hallertauer Mfr.	31	Premiant	61	Hersbrucker Spät	91	Japan C-845
2	Spalter	32	83/069/008	62	Hüller	92	Brewers Gold
3	Tettnanger	33	Saphir	63	Blisk	93	Comet
4	Hüller Anfang	34	Opal	64	Bobek	94	USDA 21055
5	Hüller Aroma	35	Agnus	65	Zenith	95	Columbus
6	Hüller Fortschritt	36	93/053/033	66	Omega	96	Marynka
7	Zatecki	37	89/002/025	67	Eastwell Golding	97	Bullion
8	Northern Brewer	38	03/063/051	68	OT 48	98	Liberty
9	WFG	39	Density	69	Progress	99	Eastern Gold
10	Wye Viking	40	Wye Challenger	70	Wye Target	100	Kitamidori
11	Serebrianca	41	Willamette	71	Late Cluster	101	Toyomidori
12	Phoenix	42	Aurora	72	Cascade	102	Galena
13	87/024/003	43	Neoplanta	73	Eroical	103	Sterling
14	Hüller Start	44	Hersbrucker Pure	74	Crystal	104	95/094/730
15	Saazer	45	Spalter Select	75	Apolon	105	93/010/063
16	Hallertauer Gold	46	Hall. Magnum	76	Dunav	106	Zeus
17	Emerald	47	Hall. Taurus	77	Strisselspalter	107	Japan C-827
18	Perle	48	Hall. Merkur	78	Herald	108	Japan C-730
19	Orion	49	Zitic	79	NZ Hallertauer	109	Kirin 1
20	Yeoman	50	Granit	80	Mount Hood	110	Golden Star
21	PCU 280	51	College Cluster	81	Horizon	111	Chang bei no 1
22	Fuggle	52	Talisman	82	85/059/001	112	Ging dao do hua
23	Early Choice	53	Bor	83	Herkules	113	Pride of Ringw.
24	Wye Saxon	54	Sladek	84	First Gold	114	Alpharoma
25	Backa	55	91/059/025	85	Pioneer	115	Sticklebract
26	Belg. Spalter	56	93/010/036	86	Admiral	116	Green Bullet
27	Record	57	94/075/758	87	Glacier	117	Super Alpha
28	Hall. Tradition	58	95/094/721	88	Smaragd	118	Pacific Gem
29	Kumir	59	Pilot	89	Olympic		
30	93/010/034	60	Pilgrim	90	Nugget		

Aus der Darstellung ist gut ersichtlich, dass die Inhaltsstoffe n-Humulon, n-Lupulon sowie Cohumulon und Colupulon sehr gut korreliert sind. Auch bei den  $\alpha$ -Säuren, Xanthohumol und den  $\beta$ -Säuren ist die Tendenz einer leichten Korrelation vorhanden.

Die Abbildung 7.10 zeigt die Korrelation des Gesamtpolyphenolgehalts zum Gesamtflavanoidgehalt, auch hier ist eine gute Korrelation gegeben.

**Abbildung 7.10: Korrelation zwischen Gesamtflavanoidgehalts und Gesamtpolyphenolgehalt**



Sorten, die sich in den Inhaltsstoffen sehr extrem unterscheiden, wurden dann für Brauver-suche ausgewählt. Die Tabelle 7.6 zeigt die ausgewählten Sorten und Zuchtstämme.

**Tabelle 7.6: Zusammenstellung der Sorten und Zuchtstämme, die für die Sudversuche ausgewählt wurden**

Auswahlkriterien	Sorte/Zuchtstamm
niedriger Cohumulongehalt	Saphir, Smaragd, Merkur
hoher Cohumulongehalt	Admiral, Pilgrim
niedriger Adhumulongehalt	Agnus, Premiant
hoher Adhumulongehalt	03/63/51, Pride of Ringwood
hoher Polyphenolgehalt	Saazer, Pride of Ringwood
niedriger Polyphenolgehalt	95/094/816 (Herkules), Zitic

Die Brauver-suche wurden in der Forschungsbrauerei St. Johann durchgeführt. Eine erste Verkostung der Biere ist erfolgt. Zwischen den Biere sind deutliche Unterschiede bemerk-

bar. Wenn die Verkostungen abgeschlossen sind, soll überprüft werden, ob zwischen den Ergebnissen der Bierverskostungen und den Kriterien der ausgewählten Inhaltsstoffe ein Zusammenhang besteht. Ein Abschlussbericht und eine Veröffentlichung in einer Zeitschrift der Brauwirtschaft sind geplant. Die Ergebnisse des Forschungsprojekts werden sicher wichtige Erkenntnisse hinsichtlich der Zuchtziele für neue Sorten aus Hüll ergeben.

## **7.7 Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen der Ernte 2004**

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

Mit der Zulassung neuer Produkte zur Bekämpfung des Falschen Mehltaus (*Peronospora*) vergrößert sich die Auswahlmöglichkeit. Deutlich wird dies an der zunehmenden Zahl von niedrigen Werten bei „Kupferverbindungen“. Die Werte für „Phosphorige Säure“ gehen auf das systemisch wirkende Produkt „Aliette“ zurück, das auch bei erfolgter Infektion die Krankheit bekämpft. Erfreulich sind im Hallertauer Hopfen die sehr niedrigen Werte von „Folpet“, ein Zeichen dafür, dass dieses Kontaktmittel nur bis zur Ausdoldung eingesetzt wird.

Überraschend häufig (obwohl teilweise teuer) werden Produkte der neuen Wirkstoffgruppe der Strobilurine (Azoxystrobin, Trifloxystrobin) eingesetzt. Im Sinne eines Wirkstoffwechsels und Resistenzmanagements ist diese Entwicklung positiv zu beurteilen.

Die erhöhten Rückstandsmengen bei den Insektiziden machen den extrem starken Befall mit Blattläusen besonders deutlich. Letztmals war 1993 ein vergleichbar starker Druck zu beobachten. Da nur „Imidacloprid“ und „Pymetrozin“ zugelassen waren und Restmengen von „Cyflutrin“ aufgebraucht werden durften, mussten die Wirkstoffe flächendeckend, z.T. noch sehr spät, an der Grenze zur vorgeschriebenen Wartezeit, eingesetzt werden. In der Beratungstätigkeit muss deutlich auf den Anstieg der Rückstandsmengen (obwohl noch immer deutlich unter der erlaubten amtlichen Höchstmenge) hingewiesen werden.

Auf Grund der hohen Kosten für die Gesamtanalysen (ca. 1.600 € 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 Rückstandslaboren der Hopfenveredelungswerke durchgeführt.

### **7.7.1 Probenauswahl**

Verteilt über die Abwaage- und Zertifizierungssaison 2004 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 fünf in der Tabelle genannten Hopfensorten je **zwei** Hopfenmuster ausgewählt und für jede Sorte ein Mischmuster hergestellt. Die umfangreichen Rückstandsanalysen eines Mischmusters aus zwei Einzelmustern sind gerechtfertigt, da die Lieferpartien an die Käufer (Brauereien) in der Regel aus mehr als zwei Einzelpartien zusammengestellt werden. Die Probe „R1/04 HM“ wurde ohne vorherige Ankündigung während der Hopfenernte bei einem Hopfenpflanzler gezogen und als Einzelmuster analysiert.

Die Analysen wurden an der Bioanalytik Weihenstephan (früher Landwirtschaftliche Hauptversuchsanstalt HVA) der Technischen Universität (TUM) in Freising-Weihenstephan durchgeführt. Die Tabelle 7.7 zeigt die Ergebnisse der Ernte 2004.

**Tabelle 7.7: Untersuchungen auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln - Ernte 2004**

Wirkstoffe geordnet nach Schaderreger	zulässige Höchstmenge ppm	Milligramm pro Kilogramm = ppm					
		R 1/04 HM	R 2/04 HE	R 3/04 HT	R 4/04 TU	R 5/04 PE	R 6/04 HA
<b>Peronospora</b>							
Azoxystrobin	20	n.n.	8,1	1,3	n.n.	n.n.	0,45
Captafol	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Cymoxanil	2,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dimetomorph	50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,89	n.n.
Dithiocarbamate	25	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fentin-acetat	0,5	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Folpet	120	0,54	<0,20)	<0,20)	<0,20)	n.n.	<0,20)
Fosethyl	100	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Kupferverbindungen	1000	4,8	321,0	80,1	392,0	83,4	451,0
Metalaxyl	10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Phosphorige Säure	*)	n.n.	10,0	5,7	n.n.	n.n.	7,1
Tolyfluanid	30	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Mehltau</b>							
Fenarimol	5,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fenpropymorph	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Myclobutanil	2,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Quinoxifen	1	0,10	n.n.	0,15	n.n.	n.n.	n.n.
Triadimefon	10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Triadimenol	10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Trifloxystrobin	30	0,27	0,63	0,05)	1,9	7,1	0,41
<b>Botrytis</b>							
Dichlofluanid	150	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Procymidon	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Vinclozolin	40	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Fortsetzung Tabelle 7.7

Wirkstoffe geordnet nach Schaderreger	zulässige Höchstmenge ppm	Milligramm pro Kilogramm = ppm					
		R 1/04 HM	R 2/04 HE	R 3/04 HT	R 4/04 TU	R 5/04 PE	R 6/04 HA
<b>Blattlaus</b>							
Bifenthrin	10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
3-Hydroxy-Carbofuran	10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Cyfluthrin	20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Lambda-Cyhalothrin	10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Cypermethrin	30	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Deltamethrin	5	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Diazinon	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Endosulfan	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Imidacloprid	2,0	0,12	<0,10	<0,10	0,13	0,21	0,10
Mevinphos	0,5	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Omethoat	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Parathion-methyl	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Permethrin	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pirimicarb	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Propoxur	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pymetrozin	5	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Gemeine Spinnmilbe</b>							
Abamectin	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Amitraz	20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Azocyclotin/Cyhexatin	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Brompropylat	5	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dicofol	50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fenbutatinoxid	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fenpyroximate	10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Hexythiazox	3	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Propargit	30	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Liebstockelrüssler</b>							
Acephat	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Carbofuran	10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Methamidophos	2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Methidathion	3	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Herbizide</b>							
Cinidon-ethyl	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fluazifop-butyl	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Monolinuron	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

### Erläuterungen zu Tabelle 7.7:

) unter der Bestimmungsgrenze

\*) keine Rückstandshöchstmengen festgesetzt

n.n. = nicht nachweisbar

HM = Hallertauer Magnum

TU = Hallertauer Taurus

HE = Hersbrucker Spät

PE = Perle

HT = Hallertauer Tradition

HA = Hallertauer Mfr.

### 7.7.2 Beurteilung der Ergebnisse

Wie in den zurückliegenden Jahren wurden trotz eines zum Teil extremen Befallsdrucks auch bei den Rückstandsuntersuchungen der Ernte 2004 im Hopfen nur wenige Wirkstoffe analytisch nachgewiesen. Die Werte liegen in allen Fällen unter den gesetzlich zugelassenen Höchstmengen nach der Rückstandshöchstmengen-Verordnung in der gültigen Fassung (Tabelle 7.8).

**In einem Vorbericht vom Dez. 2004 wurden für den Wirkstoff „Imadocloprid“ höhere Werte angegeben. Diese Werte im Vorbericht sind laut dem Schreiben von Bioanalytik vom 23.02.2005 durch einen Rechenfehler nicht korrekt. Die in Tabelle 7.7 angegebenen Werte sind korrigiert und richtig.**

### 7.7.3 Zusammenfassung

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

**Tabelle 7.8: Rückstandssituation bei Hopfen der Ernte 2004**

Wirkstoff (Handelsname)	Häufigkeit	ppm min.- max.			ppm Höchstmenge	ppm US Toleranz
Azoxystrobin Ortiva	2	0,45	-	8,1	20	20
Captan (Folpet)	5	0,20	-	0,54	120	120
Kupferverbindungen (z.B. Funguran)	6	4,8	-	451,0	1000	ex.
Phosphorige Säure (Aliette)	3	5,7	-	10,0	100	45
Quinoxifen (Fortress)	2	0,1	-	0,15	1	3
Trifloxystrobin (Flint)	6	0,05	-	7,1	30	11
Imidacloprid (Confidor)	6	0,10	-	0,21	2,0	6

ex. = exempt

## 7.8 Kontrolle der Sortenechtheit

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

Sortenüberprüfungen für die Lebensmittelüberwachungsbehörden (Landratsämter)	16
davon Beanstandungen	0

## 8 Veröffentlichungen

- Engelhard, B. (2004): The impact of weather conditions on the behavior of powdery mildew in infecting hop (*Humulus*). -Proceedings, 1<sup>st</sup> ISHS International *Humulus* Symposium, Corvallis, USA, August 2004, 13.
- Engelhard, B., Huber, R. (2004): Kapitel Pflanzenschutz. -In: Hopfen 2004 („Grünes Heft“, Hrsg.: Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Arbeitsbereich Hopfen, Wolnzach).
- Engelhard, B., Huber, R. (2004): Zulassungssituation für Pflanzenschutzmittel im Hopfen für das Vegetationsjahr 2004. -Hopfen-Rundschau 55(3), 49.
- Engelhard, B., Huber, R., Meyr, G. (2004): Pflanzenschutz 2004: Spannbreite von „große Lücken bis gute Auswahl“. -Hopfen-Rundschau 55(5), 99-106.
- Münsterer, J. (2004): Trocknung und Konditionierung von Hopfen. -BLW 33; 34.
- Niedermeier, E. (2004): Pflanzenstandsbericht. -Hopfen-Rundschau 55(5), 108.
- Niedermeier, E. (2004): Pflanzenstandsbericht. -Hopfen-Rundschau 55(6), 129.
- Niedermeier, E. (2004): Pflanzenstandsbericht. -Hopfen-Rundschau 55(8), 178.
- Niedermeier, E. (2004): Pflanzenstandsbericht. -Hopfen-Rundschau 55(9), 201.
- Portner, J. (2004): Hopfen 2004 („Grünes Heft“, Hrsg.: Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Arbeitsbereich Hopfen, Wolnzach).
- Portner, J. (2004): Düngebedarfsermittlung für P, K, Kalk, Mg. -Hopfen-Rundschau 55(2), 28.
- Portner, J. (2004): Gezielte Stickstoffdüngung des Hopfens nach DSN. -Hopfen-Rundschau 55(2), 32.
- Portner, J. (2004): Dokumentationssysteme für den Hopfenbaubetrieb. -Hopfen-Rundschau 55(3), 45-48.
- Portner, J. (2004): Sehr hohe Nmin-Werte. -Hopfen-Rundschau 55(3), 47.
- Portner, J. (2004): Neu: Prüfpflicht für alle PS-Geräte im Hopfen. -Hopfen-Rundschau 55(3), 48
- Portner, J. (2004): Pflichtüberprüfung der Hopfengebläsespritzen. -Hopfen-Rundschau 55(3), 52.
- Portner, J. (2004) Neu: Prüfpflicht für Unterstockspritzen im Hopfenbau. -Hopfen-Rundschau 55(4), 83.
- Portner, J. (2004): Rodung stillgelegter Hopfengärten. -Hopfen-Rundschau 55(6), 122.
- Portner, J. (2004): Peronosporabekämpfung. -Hopfen-Rundschau 55(6), 130.

- Portner, J. (2004): Vermeidung von Gewässerverunreinigung beim Befüllen und Reinigen von Pflanzenschutzgeräten. -Hopfen-Rundschau 55(7), 147.
- Portner, J. (2004): Pflanzenstandsbericht. -Hopfen-Rundschau 55(7), 150.
- Portner, J. (2004): Kostenfreie Rücknahme von Pflanzenschutz-Verpackungen PAMIRA 2004. -Hopfen-Rundschau 55(8), 158.
- Portner, J. (2004): Optimale Trocknung und Konditionierung. -Hopfen-Rundschau 55(8), 172.
- Portner, J. (2004): Rebenhäcksler baldmöglichst ausbringen! -Hopfen-Rundschau 55(8), 178.
- Portner, J. (2004): Fachkritik zur Hopfenschau Moosburg 2004. -Hopfen-Rundschau 55(10), 214-216.
- Portner, J. (2004): Bodenuntersuchung, Düngebedarfsermittlung. -Hopfenring/Erzeugerring-Information v. 12.02.2004, 3.
- Portner, J. (2004): Anbauhinweise für die Sorte Hallertauer Mfr. -Hopfenring-Erzeugerring-Information v. 03.06.2004, 1-2.
- Portner, J. (2004): Aktuelles zum Pflanzenschutz. -Hopfenring/Erzeugerring-Information v. 15.07.2004, 1-2.
- Portner, J. (2004): Auswertung Hopfenschlagkartei 2004; EDV-Schulung Bay. Hopfenschlagkartei; Hopfenbauseminare; Zulassungsende für Pflanzenschutzmittel; Nährstoffvergleich nicht vergessen. -Hopfenring/Erzeugerring-Information v. 28.10.2004, 1-3.
- Portner, J. (2004): Aktuelle Hopfenbauhinweise. Hopfenbau-Ringfax Nr. 3; 5; 6; 8; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 21; 22; 23; 24; 26; 27; 28; 29; 30, 32; 33; 34; 36; 38; 39; 45; 48; 51; 52.
- Portner, J., Niedermeier, E., Brummer, A. (2004): Nmin-Untersuchung 2004. -Hopfen-Rundschau 55(5), 98-99.
- Seigner, E., Lutz, A., Radic-Miehle, H., Seefelder, S., Felsenstein, F.G. (2004): Breeding for powdery mildew resistance in hop (*Humulus*): Strategies at the Hop Research Center, Huell. -Proceedings, 1<sup>st</sup> ISHS International *Humulus* Symposium, Corvallis, USA, August 2004, 1.
- Weihrauch, F. (2004): A new monitoring approach for the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in hop culture. -Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 111(2), 197-205.
- Weihrauch, F. (2004): Überwinterungsraten von *Chrysoperla*-Arten in „Florfliegenhotels“ im Hopfenanbaugebiet Hallertau (Neuroptera: Chrysopidae). -Phytomedizin 34(1), 33.

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

waren im Jahre 2004 tätig:

**IPZ 5 – Arbeitsbereich Hopfen -**

**Koordinator: Engelhard Bernhard**

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

**IPZ 5a**

**Arbeitsgruppe: Hopfenbau, Produktionstechnik**

**Portner Johann**  
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**

Haugg Brigitte

Hartberger Petra

Kneidl Jutta

Köster Petra ab 01.07.2004

Logothesis Luise

Lutz Anton

Mayer Veronika

Dr. Radic-Miehle

Schürmer Rebecca ab 15.03.2004

Dr. Seefelder Stefan

Sohler Sandra bis 04.06.2004

## **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)  
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weißenstephan  
Internet: <http://www.LfL.bayern.de>

Redaktion: Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Arbeitsbereich Hopfen  
Hüll 5 1/3, 85283 Wolnzach, Tel. 08442-9257-0  
E-mail: [IPZ@lfl.bayern.de](mailto:IPZ@lfl.bayern.de)

Datum: April 2005

Druck: Kastner

© LfL