



**Bayerische
Landesanstalt für
Bodenkultur und
Pflanzenbau**

Hopfenforschung und
Hopfenberatung

**Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau
und
Gesellschaft für Hopfenforschung
Hans-Pföf-Institut**

Jahresbericht 2002



Sonderkultur Hopfen



**Bayerisches
Staatsministerium
für Landwirtschaft
und Forsten**

März 2003

V o r w o r t

Die Versuchs- und Forschungsergebnisse der Hopfenforschung Hüll werden seit dem Jahresbericht 1973, „BLBP Sondernummer 1“ vom 29. März 1974 in einer eigenständigen Informationsschrift herausgegeben.

Bis dahin wurden die anlässlich der Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft für Hopfenforschung e.V. vorgestellten Forschungsergebnisse als Sonderdruck der „Deutschen Brauwirtschaft“ (bis 1972) bzw. der „Hopfen-Rundschau“ (1973) veröffentlicht.

Dieser kurze Rückblick soll Grundlage für einen Ausblick in die Zukunft sein:

Auch in Zukunft wird es möglich sein, einen „Jahresbericht Sonderkultur Hopfen“ zu veröffentlichen, denn auch nach der Neuorganisation der Landesanstalten im Ressort des Bayerischen Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten ist die Hopfenforschung als organisatorische Einheit erhalten geblieben.

Die bisherigen Arbeitsgruppen

- Hopfenbau, Produktionstechnik
- Pflanzenschutz im Hopfenbau
- Züchtungsforschung Hopfen und
- Hopfenqualität und –analytik

bestehen in ihrer bisherigen Struktur weiterhin. Dies ist sicher ein Zeichen dafür, dass die Forschung und Beratung für die Sonderkultur Hopfen sehr gut organisiert ist sowie zielorientiert und effektiv arbeitete.

Der Erhalt der für die bayerischen Hopfenpflanzler und der gesamten Hopfenwirtschaft so wichtigen Forschungseinrichtung war keine Selbstverständlichkeit. Unter Berücksichtigung der Anbaufläche, immerhin ein Viertel der Weltanbaufläche, und der für die Hopfenregionen wirtschaftlichen Bedeutung ist die Investition in die Forschung eine wichtige Entscheidung zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit. Ein herzlicher Dank all denen, die aktiv an dieser Entwicklung mitgearbeitet haben.

Auch in Zukunft werden der Bayerische Staat, vertreten durch die Landesanstalt für Landwirtschaft und die Gesellschaft für Hopfenforschung e.V., gemeinsam die Arbeiten zum Wohle der Hopfen- und Brauwirtschaft am Arbeitsbereich Hopfen in Hüll, Wolnzach und Freising fördern.

Die Versuchs- und Forschungsberichte „Sonderkultur Hopfen“ werden künftig jährlich in Deutsch und Englisch herausgegeben. Beide Varianten werden, wie alle Berichte und Beratungshinweise des Hopfenforschungszentrums, im [Internet](#) zu finden sein.

In deutscher Sprache wird der Jahresbericht auch in gedruckter Form verteilt.

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

Dr. Friedrich Keydel
Vizepräsident der Landes-
anstalt für Bodenkultur und
Pflanzenbau

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort

Vizepräsident Dr. F. Keydel

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Abschnittes Hopfen der LBP | 5 |
| 1.1 | Laufende Forschungsvorhaben..... | 5 |
| 1.2 | Forschungsschwerpunkte | 12 |
| 1.2.1 | Forschungsschwerpunkte Züchtung..... | 12 |
| 1.2.2 | Forschungsschwerpunkte Hopfenbau..... | 13 |
| 1.2.3 | Forschungsschwerpunkte Pflanzenschutz | 14 |
| 1.2.4 | Forschungsschwerpunkte Qualität, Chemie und Technologie des Hopfens | 15 |
| 2 | Witterung 2002 | 16 |
| 3 | Statistische Daten zur Hopfenproduktion | 18 |
| 3.1 | Anbaudaten | 18 |
| 3.1.1 | Struktur des Hopfenbaues | 18 |
| 3.1.2 | Hopfensorten | 23 |
| 3.2 | Ertragssituation im Jahre 2002..... | 24 |
| 3.2.1 | Hopfenvermarktung 2002..... | 28 |
| 3.2.2 | Welthopfenmarkt..... | 28 |
| 4 | Hopfenzüchtung | 31 |
| 4.1 | Praktische Hopfenzüchtung | 31 |
| 4.1.1 | Kreuzungen 2002..... | 31 |
| 4.1.2 | Ergebnisse der Sämlingsprüfungen | 31 |
| 4.1.2.1 | Sämlinge 2000..... | 31 |
| 4.1.2.2 | Sämlinge 99..... | 32 |
| 4.1.3 | Ergebnisse der Stammesprüfungen..... | 34 |
| 4.1.3.1 | Stammesprüfung 2001 Hüll und Rohrbach..... | 34 |
| 4.1.3.2 | Stammesprüfung 2000/2 Hüll und Rohrbach..... | 35 |
| 4.1.3.3 | Stammesprüfung 2000 Hüll und Rohrbach..... | 36 |
| 4.1.3.4 | Stammesprüfung 99 Hüll und Rohrbach..... | 37 |
| 4.1.3.5 | Stammesprüfung 98 Hüll und Rohrbach..... | 38 |
| 4.1.4 | Ergebnisse der Hauptprüfungen | 39 |
| 4.1.4.1 | Hauptprüfung 2000 Rohrbach..... | 39 |
| 4.1.4.2 | Hauptprüfung 2001 Rohrbach..... | 40 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.1.5 | Ergebnisse der Praxisanbauprüfungen | 41 |
| 4.1.5.1 | Aroma- und Bitterstämme auf dem Betrieb Schwarzmeier Rohrbach | 41 |
| 4.1.5.2 | Prüfung von Hüller Zuchtstämmen mit niedrigen Cohumulonwerten auf der Busch-Farm in Hüll..... | 42 |
| 4.1.5.3 | Aroma- und Bitterstämme auf dem Betrieb Pichlmeyer Grafendorf | 43 |
| 4.1.5.4 | Prüfung von Hüller Zuchtstämmen und Sorten an der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft..... | 44 |
| 4.1.6 | Sammlung und Testung von Wildhopfen..... | 44 |
| 4.1.6.1 | Wildhopfensammlung..... | 44 |
| 4.1.6.2 | Testung der Wildhopfen 2002 | 44 |
| 4.1.7 | Mehltauresistenzzüchtung..... | 45 |
| 4.1.7.1 | Verbesserte Mehltauresistenztestung der Sämlinge im Gewächshaus..... | 45 |
| 4.1.7.2 | Umfangreiche Untersuchungen zur Mehltauresistenz im Hüller Zuchtmaterial - Prüfungen im Gewächshaus und im Labor..... | 45 |
| 4.1.7.3 | Wildhopfen als vielversprechende Ressource für neue Mehltauresistenzen..... | 47 |
| 4.1.7.4 | Einsatz des Mehltauprüfsystems in der Petrischale in Kombination mit Mehltauisolaten definierter Virulenz..... | 47 |
| 4.1.8 | Infektionsverhalten des Echten Mehltaus (<i>Sphaerotheca humuli</i>) gegenüber Hopfen in verschiedenen Entwicklungsstadien | 48 |
| 4.2 | Biotechnologie und Genomanalyse | 51 |
| 4.2.1 | Erarbeitung einer effektiven Methode zur Erzeugung pilzresistenter Hopfen über Gentransfer | 51 |
| 4.2.2 | Genomanalyse | 52 |
| 4.2.2.1 | Identifizierung von Mehltauresistenzmarker | 52 |
| 4.2.2.2 | Einsatz geschlechtsspezifischer DNA-Marker | 53 |
| 4.2.2.3 | Verifizierung von Hopfengenotypen (trueness to type-Analysen) | 54 |
| 5 | Hopfenbau und Hopfenberatung | 55 |
| 5.1 | Düngung | 55 |
| 5.1.1 | Nmin-Untersuchungen 2002..... | 55 |
| 5.1.2 | Versuch mit Grüngutkompost | 57 |
| 5.1.3 | Nährstoffpotenzialversuch Eschelbach: Wirkung unterschiedlicher P-, K-, Mg-, S-Düngung auf optimal versorgten Böden..... | 58 |
| 5.2 | Maiszünsler im Hopfen..... | 60 |
| 5.3 | Niedrigerüstanlagen | 61 |
| 5.4 | Versuche mit verschiedenen Erntezeiten bei Hallertauer Mfr. | 65 |
| 5.5 | Optimale Konditionierung des Hopfens | 67 |
| 5.6 | Beratungs- und Schulungstätigkeit..... | 70 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 6. | Pflanzenschutz im Hopfen 2002 | 71 |
| 6.1 | Schädlinge und Krankheiten des Hopfens | 71 |
| 6.1.1 | Liebstöckelrüssler (<i>Otiorrhynchus ligustici</i> L.) | 71 |
| 6.1.2 | Hopfenblattlaus [<i>Phorodon humuli</i> (SCHRANK)] | 71 |
| 6.1.3 | Gemeine Spinnmilbe (<i>Tetranychus urticae</i> KOCH) | 72 |
| 6.1.4 | Minderschädlinge | 72 |
| 6.1.5 | Peronospora [<i>Pseudoperonospora humuli</i> (MIY. et TAK.) WILSON] | 72 |
| 6.1.6 | Echter Mehltau (<i>Sphaerotheca humuli</i> BURR.) | 73 |
| 6.1.7 | Botrytis (<i>Botrytis cinerea</i> PERS.) | 74 |
| 6.2 | Mykologische Untersuchungen | 74 |
| 6.3 | Virusfreies Pflanzgut | 75 |
| 7 | Qualität, Chemie und Technologie des Hopfens | 76 |
| 7.1 | Allgemeines | 76 |
| 7.2 | Zuchtprogramme | 76 |
| 7.2.1 | Zuchtprogramm Aromasorten | 76 |
| 7.2.2 | Zuchtprogramm Bittersorten | 78 |
| 7.3 | Welthopfensortiment | 78 |
| 7.4 | Xanthohumol | 85 |
| 7.5 | Ringanalysen zur Ernte 2002 | 87 |
| 7.6 | NIR-Kalibrierung | 90 |
| 7.7 | Diplomarbeit „Quantitative Bestimmung der Alterungskomponenten im ätherischen Öl des Hopfens mittels SPME“ | 92 |
| 7.8 | Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen der Ernte 2002 ... | 93 |
| 7.8.1 | Probenauswahl | 93 |
| 7.8.2 | Beurteilung der Ergebnisse | 95 |
| 7.8.3 | Zusammenfassung | 95 |
| 7.9 | Kontrolle der Sortenechtheit | 96 |
| 8 | Veröffentlichungen | 97 |

1 Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Abschnittes Hopfen der LBP

Bernhard Engelhard, Dipl. Ing. agr.

1.1 Laufende Forschungsvorhaben

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

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau
- Finanzierung:** Hopfenverwertungsgesellschaft e.G., Wolnzach
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, CL V. Mayer, LA A. Lutz, ORRin Dr. E. Seigner
- Laufzeit:** 01.05.2002- 31.06.2005
- Ergebnisse:**
- Anhand von sechs Kartierpopulationen, aus Kreuzungen der Resistenzträger „Buket“ (RBU-Gen) oder „Wye Target“ (R2-Gen) mit jeweils einem anfälligen Elter oder zweier Eltern unterschiedlicher Resistenz (RBU x R2), konnten mit der AFLP-Methode verschiedene Mehлтаuresistenzmarker mit unterschiedlicher Qualität erarbeitet und verifiziert werden.
Insgesamt kamen 240 AFLP-Primerkombinationen zum Einsatz.
 - Für das RBU-Gen konnten drei Marker identifiziert werden: RBU-279, RBU-284 und RBU-319. Ihre Zuverlässigkeit bei der Selektion mehлтаurensistenter Sämlinge variierte je nach Kartierpopulation zwischen 91,7 und 97 %.
 - Für das R2-Gen wurde bislang ein Marker erarbeitet, der es abhängig von den verschiedenen Kartierpopulationen ermöglicht, mit einer Trefferquote zwischen 92,5 und 96,9 % anfällige und mehлтаuresistente Sämlinge zu differenzieren.

Erarbeitung einer effektiven Methode zur Erzeugung pilzresistenter Hopfen über Gentransfer

Träger: Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau

Finanzierung: Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten

Projektleiter: ORRin Dr. E. Seigner

Bearbeiter: Dr. H. Radic-Miehle, LTA B. Haugg, MTA P. Hartberger,

Laufzeit: 01.11.2001-30.09.2004

Ziel:

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

Ergebnisse:

- Nach Beschaffung diverser Agrobakterienstämme und Plasmide mit selektierbaren Markern und den gewünschten Reporter genen (GUS, Bar) wurden *Escherichia coli*-Stämme (zur Plasmidvermehrung) sowie Agrobakterienstämme (zur Pflanzeninfektion) mit dem GUS- und Bar-Reporter genen transformiert.
- Zeitgleich wurden sämtliche Bakterienstämme (Wachstum auf diversen Antibiotika) sowie die wichtigsten Plasmide (Restriktion und Gelelektrophorese) auf ihre genetische Beschaffenheit hin kontrolliert.
- Mehrere Transformationen von Hopfen-Internodien wurden mit dem GUS-Reporter gen-System erfolgreich durchgeführt.
- Es konnten die ersten transgenen Saazer-Pflanzen selektiert und regeneriert werden.
- Die GUS-Nachweisfärbung und die PCR (=Polymerase-Ketten-Reaktion) bestätigen den erfolgreichen Einbau des GUS-Markergens in das Hopfenerbgut.
- Zur Verbesserung der Regenerationsfähigkeit wurden verschiedenste Induktions- und Regenerationsmedien, u.a. mit Antibiotika versetzt getestet. Die Regeneration erfolgt ausschließlich über indirekte Organogenese. Die besten Regenerationsraten wurden mit Internodien der Sorte „Saazer“ erzielt.

Unterstützung der Mehltaresistenzzüchtung durch die Erarbeitung fundierter Kenntnisse zum Infektionspotential des Echten Mehltaus bei Hopfen in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium des Hopfens (Wifö-Nr. B 52 b)

| | |
|-----------------------|---|
| Träger: | Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau |
| Finanzierung: | Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e.V. |
| Projektleiter: | ORRin Dr. E. Seigner |
| Kooperation : | Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising |
| Bearbeiter: | Dr. F. Felsenstein, S. Hasyn, EpiLogic Dr. E. Seigner, Dr. S. Seefelder, LTA B. Haugg, LBP |
| Laufzeit: | 01.05.2001 – 31.05.2003 |

Im Kampf gegen den Echten Mehltau könnten Spritzmittel deutlich eingespart werden, wenn präzisere Aussagen zur Erstinfektion bzw. Altersresistenz von Blättern, Blüten und Dolden vorliegen würden. Um dazu genauere Informationen zu erarbeiten, wurden jede Woche ab Mai Blätter und später auch Blüten und Dolden der hochanfälligen Sorten „Northern Brewer“ und „Hallertauer Magnum“ aus dem Freiland geerntet, im Labor in der Petrischale künstlich mit Mehltau infiziert und unter dem Binokular auf Kondidienketten und Mehltaupusteln hin untersucht. Nach unseren Untersuchungen über zwei Vegetationsperioden können folgende Aussagen getroffen werden:

Ergebnisse:

- Besonders junge, gerade entfaltete Blätter weisen eine extrem hohe Anfälligkeit gegenüber Echtem Mehltau auf. Mit zunehmendem Blattalter und stagnierendem Wachstum nimmt diese Empfindlichkeit wieder deutlich ab.
- Blüten ebenso wie Dolden können in jedem Stadium mit Mehltau infiziert werden. Besonders empfindlich reagiert die Innenseite der Deckblätter der Dolden. Allerdings erschwerten Vorinfektionen mit anderen Schaderregern bei Blüten und Dolden eine genaue Aussagen zur potenziellen Erstinfektion mit Mehltau.
- Diese Empfindlichkeitsstudien bestätigen im Grundsatz die bisher in der Praxis durchgeführte Einsatzstrategie von Pflanzenschutzmitteln im Kampf gegen den Echten Mehltau. Spätestens wenn die ersten Infektionen auf den Blättern sichtbar werden, müssen Fungizide zur Bekämpfung eingesetzt werden. Besonders während des Blütenstadiums bis zur Ausdoldung ist der konsequente Einsatz von Pflanzenschutzmitteln angebracht.

Entwicklung verbesserter Verfahren beim Anbau des Hopfens in Niedrigerüstanlagen

| | |
|-----------------------|---|
| Träger: | Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau |
| Finanzierung: | Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung |
| Projektleiter: | LD Georg Roßbauer |
| Bearbeiter: | Dipl. Ing. (FH) Thomas Janscheck |
| Laufzeit: | 01.12.1999 – 30.11.2002 Das für 3 Jahre angelegte Forschungsprojekt wurde am 30.11.2002 abgeschlossen. |

Ergebnisse:

Mit dem Forschungsprojekt ist der Anbau des Hopfens in Niedrigerüstanlagen dem Ziel der Wirtschaftlichkeit einen wesentlichen Schritt näher gekommen. Eine Reihe von Ergebnissen des Forschungsvorhabens könnten direkt für den Anbau in Niedrigerüstanlagen übernommen werden.

Das Problem sind geeignete Sorten. Das Forschungsprojekt hat erneut gezeigt, dass die für Hochgerüstanlagen gezüchteten herkömmlichen Sorten für den Niedrigerüstanbau nicht geeignet sind, weil die niedrigeren Erträge keinen wirtschaftlichen Anbau ermöglichen. Englische Zwergsorten haben gezeigt, dass in Niedrigerüstanlagen ein für die Wirtschaftlichkeit notwendiger Ertrag erzielt werden kann; ihre Qualität reicht jedoch nicht aus, um auf dem Markt einen angemessenen Preis zu erzielen.

Das von der Landtechnik Weihenstephan entwickelte **Schneidgerät** ist praxisreif und kann in Niedrigerüstanlagen eingesetzt werden. Der Einsatz in Hochgerüstanlagen wird noch getestet. Besonders hervorzuheben ist die angebaute Schleifeinrichtung.

Für den Aufbau der **Gerüstanlage** können 4 m lange Betonmasten aus dem Obstbau übernommen werden.

Die Höhe des unteren Spanndrahtes von 25 cm ist im Zusammenhang mit den neu entwickelten Schneidgerät eine Verbesserung für das Anleiten.

Zum Emporwachsen ist ein Aufleitdraht nach wie vor am besten, während sich ein Aufleitnetz weniger bewährt hat. Beim Aufleitdraht kann die Zahl der Reben pro Aufleitdraht am besten gesteuert werden.

Im Anbau ist das herkömmliche **Verfahren mit Schneiden** dem **Non Cultivation-Verfahren** vorzuziehen, da hier zwar der Arbeitsaufwand höher ist; durch das Schneiden und die Bodenbearbeitung wird aber der Infektionsdruck mit Peronospora und Echtem Mehltau sowie mit Unkräutern verringert und damit der Pflanzenschutz Aufwand reduziert.

Niedrigerüstanbau ist nur mit geeigneten **Sorten** wirtschaftlich. Die geprüften englischen Sorten sind zwar noch nicht marktfähig, sie sind jedoch eine gute Grundlage für die Züchtung.

Prüfung produktionstechnischer Maßnahmen für den ökologischen Hopfenbau

| | |
|-----------------------|--|
| Träger: | Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau |
| Finanzierung: | Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten |
| Projektleiter: | Ltd. LD B. Engelhard |
| Bearbeiter: | Dipl.-Biol. F. Weihrauch, M. Felsl, M. Fischer, A. Neuhauser |
| Laufzeit: | 01.04.2002 – 31.03.2005 |
| Ergebnisse: | Im ersten Projektjahr wurden die folgenden Teilbereiche bearbeitet und dabei die folgenden, in Kürze vorgestellten Ergebnisse erzielt: |

Für den **Einsatz und die Etablierung von Raubmilben in Hopfengärten** wurde am Standort Buch ein Großversuch auf etwa 1 ha mit vier Versuchsgliedern in jeweils vier Wiederholungen angelegt. In insgesamt acht Parzellen wurden Raubmilben (*Typhlodromus pyri*) aus einer kommerziellen Zucht in Tüten mit jeweils etwa 100 Stück (insgesamt ca. 16.000 Stück) am 13.06. punktuell an jeder siebten Pflanze ausgebracht und die weitere Spinnmilben- (*Tetranychus urticae*) und Raubmilbenentwicklung im Bestand wöchentlich bonitiert. Am 23.07. erfolgte eine zweite punktuelle Ausbringung von *T. pyri* zentral in den Parzellen (ca. 8.000 Stück); insgesamt wurden somit durchschnittlich 30 Tiere pro Pflanze freigelassen. Der gewünschte Effekt der Spinnmilbenkontrolle konnte leider nicht erzielt werden, da sich die Raubmilbenparzellen bis zur Ernte nicht signifikant von den unbehandelten unterschieden. Es konnten nur sehr wenige *T. pyri* (45 Stück) bei den Bonituren wiedergefunden werden. Allerdings wiesen alle Versuchspartellen zur Ernte praktisch keine ertragsmindernden Spinnmilbenschäden auf. An den Hopfensäulen wurden vor der Ernte Filzbänder als Überwinterungsquartier für Raubmilben angebracht und jeweils eine Säulenaufleitung bis in den Winter hängen gelassen. Der Besatz dieser Winterquartiere mit Raubmilben wird derzeit noch ausgewertet. Allerdings deutet derzeit alles darauf hin, dass hier fast keine überwinternden Tiere nachzuweisen sind, da offensichtlich die Populationsdichte von *T. pyri* am Hopfen im Spätsommer zu gering war.

Die **Weiterentwicklung einer Methode zur Kontrolle der Gemeinen Spinnmilbe durch Leimbarrieren** an den Hopfenreben wurde im selben Versuch als viertes Versuchsglied durchgeführt. Alle Parzellen blieben bis zur Ernte ebenfalls ohne Spinnmilbenschäden. Der Einsatz eines schleppergeheizten Applikationsgerätes für die Ausbringung des Leims war auch großflächig erfolgreich.

Der **Einsatz von Florfliegenlarven zur Blattlauskontrolle** erfolgte am Standort Ursbach. In vier Großraumpartellen wurden am 29.05. und am 14.06. insgesamt 20.000 Larven von *Chrysoperla carnea* (etwa 31 Tiere pro Aufleitung) freigelassen. Nur bei der Blattlausbonitur am 25.06. waren in diesen Partellen signifikant weniger Blattläuse als in unbehandelten zu finden. Allerdings brach die Blattlauspopulation bis Ende Juli im gesamten Garten völlig zusammen, und bei einer Versuchsernte am 30.08. konnten keinerlei Unterschiede zwischen unbehandelten, Florfliegen- und Quassia-behandelten (s.u.) Partellen gefunden werden.

Zur **Schaffung von Überwinterungsquartieren für Florfliegen im Hopfen** wurden am Standort Ursbach am 30.08. im Versuchsgarten 16 speziell konzipierte "Florfliegenhotels" (mit Lamellenöffnungen versehene Quader aus dünnen Spanplatten mit einer Seitenlänge von 30 cm, die mit Stroh befüllt waren) vor der Ernte an die Hopfensäulen gehängt. Daneben wurden in Ursbach je acht weitere Florfliegenhotels am 04.09. an zwei exponierten Stellen im Offenland (Kammlage eines Hügels, windgeschützter Ranken in Tallage) an 150 cm hohen Holzpflocken aufgestellt. Die Hotels wurden am 17.12. abgebaut und kühl und dunkel in einer Scheune zwischengelagert. Jeweils vier Hotels der drei verschiedenen Standorte wurden im Januar im Labor geöffnet und die darin überwinternden Arthropoden bestimmt und gezählt. Die Auswertung ergab, dass die Hotels an den Hopfensäulen mit durchschnittlich 255 Tieren pro Hotel signifikant die meisten Florfliegen beherbergten, im Gegensatz zu 45 Florfliegen in Kammlage und 31 Tieren in Tallage. Das antagonistische Potential eines Hotels beträgt somit bei etwa 125 überwinternden Florfliegenweibchen, die im Frühling jeweils etwa 300 Larven produzieren, von denen im Laufe ihrer Entwicklung etwa 300 Blattläuse vertilgt werden, grob bei elf Millionen Blattläusen. Der gezielte Einsatz dieses Potentials soll im Mai 2003 durch termingerechtes Öffnen der verbliebenen, kühl gelagerten Hotels im Versuch überprüft werden.

Die **Prüfung von Pflanzenschutzmitteln, die den Erzeugungsregeln für den Öko-Hopfenbau entsprechen**, ergab folgende Resultate: Der Einsatz eines Quassia-Extraktes zur Blattlausbekämpfung ist als äußerst wirkungsvoll einzuschätzen. Die Bekämpfung des Echten Mehltaus (*Sphaerotheca humuli*) durch den Einsatz eines *Bacillus subtilis*-Präparates (Handelsname "Serenade") wurde als sehr schlecht bewertet. Die Überprüfung eines Niedrigkupfer-Präparates zur Bekämpfung des Falschen Mehltaus (*Peronospora*, *Pseudoperonospora humuli*) musste an zwei Standorten wegen Wirkungslosigkeit abgebrochen werden. Die Effizienz eines weiteren Niedrigkupfermittels (Handelsname "Solocuivre") zur Peronosporabekämpfung wurde jedoch im ersten Jahr bei einem Einsatz bis zur Blüte als positiv beurteilt.

Quantitative Bestimmung von Alterungskomponenten im ätherischen Öl des Hopfens mittels Solid Phase Microextraction (SPME)

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau
- Finanzierung:** NATECO₂ GmbH & Co. KG
Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft mbH
- Projektleiter:** RR Dr. K. Kammhuber
- Kooperation:** Professor Dr. Rolf Schödel, Fachhochschule Weihenstephan
- Bearbeiter:** Jürgen Plass
- Laufzeit:** 01.10.2002 – 31.03.2003
- Ergebnisse:** Mit der Standardaddition war es möglich, Hopfenölkomponenten quantitativ zu bestimmen. Als Alterungskomponenten wurden β -Caryophyllenoxid und 2-Pentadecanon untersucht, da diese Substanzen kommerziell erhältlich sind. Bei der Alterung des Hopfens steigt die Konzentration beider Komponenten an.

1.2 Forschungsschwerpunkte

1.2.1 Forschungsschwerpunkt Züchtung

Leitung: ORRin Dr. E. Seigner

Mehltauresistenzzüchtung

Bearbeiter: LA A. Lutz, LTA J. Kneidl,
ORRin Dr. E. Seigner

Kooperation : Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising

Züchtung von mehlttauresistenten Qualitätshopfen im Aroma- und Bitterstoffbereich

Maßnahmen 2002:

- 114 gezielte Einkreuzung von Mehlttauresistenzen
- Verbesserung der Mehlttauresistenzprüfung im Gewächshaus durch die Verwendung von Mehlttauisolaten mit definierten Virulenzeigenschaften aus dem Hallertauer Gebiet
- Evaluierung verschiedener Resistenzquellen:
 - Prüfung von Wildhopfen, Fremdsorten und Sämlingen im Gewächshaus und Feldanbau
 - Mehlttauresistenzprüfung in Garten ohne Fungizideinsatz (ca. 2000 Sämlinge pro Jahrgang und 500 Wildhopfen)
 - Mehlttau-Resistenztest im Labor:
106 Zuchtstämme, 25 Wildhopfen, 20 Fremdsorten und 8 Hüller Sorten

Zuverlässige, schnelle Prüfung der Resistenzeigenschaften mit etabliertem Mehlttauinfektions- und Prüfsystem in der Petrischale in Kombination mit Mehlttauisolaten definierter Virulenz. Zur Zeit steht ein Sortiment von 13 verschiedenen Einzelkonidienisolaten von *Sphaerotheca humuli*, die aus England, Frankreich, den USA und aus dem Hallertauer Anbaugebiet stammen, zur Verfügung. Dieses Virulenzspektrum ist in seiner Breite einzigartig und erlaubt es, auf fast alle bislang in der Hopfenzüchtung genutzten und bekannten Resistenzgene zu testen.

1.2.2 Forschungsschwerpunkte Hopfenbau

Projektleiter: LD G. Roßbauer

Bearbeiter: LA E. Niedermeier, LOI J. Münsterer, Dipl. Ing. (FH) H. Dorfner

Untersuchungen über optimale Anbauverfahren bei der Sorte Hallertauer Mfr.

Die Sorte Hallertauer Mfr. hat durch die zunehmende Nachfrage wieder an Bedeutung gewonnen. Für die Hopfenpflanzer ist ihr Anbau mit einem gewissen Risiko verbunden, da sie gegen Welke sehr anfällig ist.

Stickstoffdünger mit Nitrifikationshemmern

Nitrat-haltige Stickstoffdünger sind sehr schnell löslich; es besteht aber der Verdacht, dass durch eine hohe Nitratkonzentration die Welkegefahr erhöht wird. Bei den angeführten Stickstoffdüngern wird die Nitrifikation des Ammoniumstickstoffes gehemmt; damit wird der Stickstoff den Hopfenpflanzen langsam zur Verfügung gestellt.

Zum Vergleich wird in dem Versuch handelsüblicher Ammon-Nitrat-Stickstoffdünger eingesetzt.

Zusätzlich wird mit unterschiedlicher Höhe der Stickstoffgabe untersucht ob bei weiterer Reduzierung der N-Düngung der Ertrag leidet.

Erntezeitversuche

Um die bestmögliche Erntezeit zu finden, werden aus einem Praxisbestand im Abstand von 3 Tagen in vierfacher Wiederholung je 20 Aufleitungen geerntet. Die Auswertung erfolgt auf Ertrag, Alphasäuregehalt, Aroma und äußere Qualität (Farbe und Glanz, Befall mit Krankheiten und Schädlingen, Zerblätterung).

1.2.3 Forschungsschwerpunkte Pflanzenschutz

Projektleiter: Ltd. LD B. Engelhard

Prüfung der Insektizidresistenz von Hopfenblattläusen (*Phorodon humuli*)

Bearbeiter: LOlin R. Huber, LHS M. Mayer, M. Fischer, A. Baumgartner

Bei regelmäßigem Einsatz der gleichen Wirkstoffe besteht die Gefahr der Resistenzbildung. Um Veränderungen bei der Wirksamkeit von Insektiziden feststellen zu können, werden jährlich Kontrollen durchgeführt.

Dazu werden zu Beginn des Zufluges über die gesamte Hallertau verteilt Aphisfliegen eingesammelt und im Labor bzw. in Klimaschränken weiter auf Hopfenpflanzen kultiviert. Diese werden als „Hallertauer Stamm 200x“ bezeichnet. Gibt es während der Saison in einzelnen Hopfengärten Beobachtungen von Wirkungsschwächen, werden auch davon Läuse gesammelt und als „Stamm x“ bezeichnet.

Im Labor werden die Insektizide mit verschiedenen Konzentrationen getestet, ob sich bei einzelnen Blattlausstämmen Verschiebungen in der Wirksamkeit ergeben.

2002 wurden verschiedene Methoden verglichen – die „Hüller Methode“ und zwei Methoden von Pflanzenschutzfirmen. Es hat sich gezeigt, dass die „Hüller Methode“ erste Wirksamkeitsänderungen am Frühesten anzeigt.

Blattlausbekämpfung mit wenig verfügbaren Produkten

Bearbeiter: LOlin R. Huber, LHS M. Mayer, O. Ehrenstraßer, M. Fischer, J. Weiher

In Parzellenversuchen werden die zugelassenen Produkte in verschiedenen Spritzfolgen zur Bekämpfung der Blattlaus eingesetzt. Diese Versuche sind notwendig, um den Einsatz der Produkte optimieren und Beratungsaussagen für die nächste Saison machen zu können.

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

Bearbeiter: LOlin R. Huber, LHS M. Mayer, J. Weiher, M. Fischer, A. Baumgartner

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

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

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

1.2.4 Forschungsschwerpunkte Qualität, Chemie und Technologie des Hopfens

Projektleiter: RR Dr. K. Kammhuber

Entwicklung einer NIR-Kalibrierung basierend auf HPLC-Daten

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

Bearbeiter: CL E. Neuhof-Buckl, CTA B. Wyschkon, 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 Bodenkultur und Pflanzenbau in Hüll begonnen, eine NIR-Kalibrierung, basierend auf HPLC-Daten, aufzubauen. Diese Kalibrierung wird jedes Jahr erweitert und überprüft. Innerhalb der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA) wird entschieden, wann diese Kalibrierung für die Praxis geeignet ist.

2 Witterung 2002

Bernhard Engelhard, Dipl. Ing. agr.

Die erste Januarhälfte war von normaler, kalter Winterwitterung geprägt. Mit dem am 19. Januar einsetzenden Tauwetter war der Winter bereits vorbei; die Temperatur stieg im Januar noch auf max. 15,6°C Tagesdurchschnittstemperatur. Im Februar und März lagen die Temperaturen deutlich über dem langjährigen Durchschnitt, was sich auch in einem früheren Vegetationsbeginn bemerkbar machte.

Niederschläge, die 70 bzw. 85 % über dem langjährigen Mittel lagen, machten die Bodenbearbeitung im Februar und März fast unmöglich; auch das Aufhängen der Steigdrähte war stark erschwert. Erst im April trockneten die Böden ab und waren normal befahrbar.

Die hohen Temperaturen bereits vor Vegetationsbeginn und fehlende Nächte mit Frost dürften die Ursache für den frühen und extrem starken Blattlauszuflug und das frühe Vorkommen der Gemeinen Spinnmilbe gewesen sein. Überrascht hat, dass bei diesen Temperaturen der Befall mit Liebstockelrüssler relativ gering war.

Die Arbeitsspitzen im Frühjahr, das Anleiten und Ausputzen des Hopfens war durch häufige Niederschläge unterbrochen.

Die Temperaturen waren bis in die erste Junidekade mäßig, stiegen aber danach auf Spitzenwerte bis 33 °C an. Die Bestände erreichten zum normalen Zeitpunkt die Gerüsthöhe und zeichneten sich durch eine gute Seitentriebbildung aus.

Das zweite Anackern und Grubbern konnte bei günstiger Bodenstruktur durchgeführt werden.

Die Niederschläge von Mai bis August waren reichlich und vor allem so verteilt, dass immer genügend pflanzenverfügbares Wasser zur Verfügung stand. Kombiniert mit mäßigen Sommertemperaturen war das Wachstum insgesamt gut und der Blütenansatz sehr positiv zu bewerten.

Zu einem Problem hat sich die Gemeine Spinnmilbe entwickelt – bei den überdurchschnittlich hohen Temperaturen im Juni war der Vermehrungszyklus vom Ei bis zum erwachsenen Tier sehr kurz (ca. 2 Wochen), so dass sich die Population schnell aufbauen konnte. Der optimale Bekämpfungszeitpunkt wurde nicht in allen Fällen eingehalten.

Die Hopfenernte verlief zwischen dem bekannten Mix von Sonnenschein und Regen. Bodenbearbeitungsmaßnahmen und andere Arbeiten im Hopfengarten (Gerüstreparaturen, Rodungen) waren nach der Ernte fast nicht mehr möglich, da unmittelbar auf eine Regenperiode die Nächste folgte.

Zusammenfassung:

- überdurchschnittlich warmer und regenreicher Winter
- optimale Niederschlagsverteilung im Sommer
- überdurchschnittlich regenreicher Herbst

Tabelle 2.1: Witterungsdaten (Monatsmittelwerte bzw. Monatssumme) vom Jahre 2002 im Vergleich zu den 10- und 50-jährigen Mittelwerten

| Monat | | Temperatur in 2 m Höhe | | | Relat. Luff. (%) | Nieder-schlag (mm) | Tage m. N'schlag >0,2 mm | Sonnenschein (Std.) |
|----------------------|---------|------------------------|------------|------------|------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|
| | | Mittel (°C) | Min.Ø (°C) | Max.Ø (°C) | | | | |
| Januar | 2002 | -1,1 | -5,1 | 3,1 | 87,2 | 13,0 | 9,0 | 84,7 |
| | Ø 10-j. | -0,6 | -3,3 | 2,8 | 86,4 | 36,4 | 11,2 | 63,8 |
| | 50-j. | -2,4 | -5,1 | 1,0 | 85,7 | 51,7 | 13,7 | 44,5 |
| Februar | 2002 | 4,7 | 0,6 | 9,7 | 79,6 | 63,0 | 15,0 | 82,8 |
| | Ø 10-j. | 1,3 | -2,8 | 5,8 | 82,9 | 38,2 | 11,8 | 90,4 |
| | 50-j. | -1,2 | -5,1 | 2,9 | 82,8 | 48,4 | 12,8 | 68,7 |
| März | 2002 | 5,1 | -0,3 | 11,7 | 78,1 | 120,3 | 7,0 | 199,5 |
| | Ø 10-j. | 3,9 | 0,1 | 9,4 | 79,0 | 67,3 | 15,2 | 133,1 |
| | 50-j. | 2,7 | -2,3 | 8,2 | 78,8 | 43,5 | 11,3 | 134,4 |
| April | 2002 | 8,2 | 2,4 | 14,4 | 69,2 | 23,6 | 8,0 | 184,3 |
| | Ø 10-j. | 8,3 | 3,0 | 13,8 | 73,8 | 53,5 | 11,5 | 157,3 |
| | 50-j. | 7,4 | 1,8 | 13,3 | 75,9 | 55,9 | 12,4 | 165,0 |
| Mai | 2002 | 13,8 | 7,9 | 20,3 | 76,1 | 101,5 | 12,0 | 195,7 |
| | Ø 10-j. | 13,9 | 7,7 | 19,9 | 71,3 | 77,8 | 11,9 | 219,4 |
| | 50-j. | 11,9 | 5,7 | 17,8 | 75,1 | 86,1 | 14,0 | 207,4 |
| Juni | 2002 | 18,4 | 11,6 | 25,3 | 70,7 | 81,2 | 11,0 | 273,8 |
| | Ø 10-j. | 16,0 | 9,9 | 22,0 | 72,6 | 100,3 | 14,5 | 218,5 |
| | 50-j. | 15,3 | 8,9 | 21,2 | 75,6 | 106,1 | 14,2 | 220,0 |
| Juli | 2002 | 17,6 | 11,8 | 24,2 | 78,3 | 103,7 | 17,0 | 212,9 |
| | Ø 10-j. | 17,5 | 11,7 | 23,6 | 74,8 | 112,7 | 15,6 | 211,8 |
| | 50-j. | 16,9 | 10,6 | 23,1 | 76,3 | 108,4 | 13,9 | 240,3 |
| August | 2002 | 17,7 | 12,3 | 24,1 | 81,7 | 106,0 | 10,0 | 194,6 |
| | Ø 10-j. | 17,5 | 11,4 | 24,0 | 75,9 | 81,7 | 12,4 | 219,3 |
| | 50-j. | 16,0 | 10,2 | 22,5 | 79,4 | 94,9 | 13,3 | 218,4 |
| September | 2002 | 11,7 | 6,3 | 17,9 | 83,0 | 89,2 | 11,0 | 173,4 |
| | Ø 10-j. | 12,8 | 7,8 | 18,5 | 81,4 | 77,3 | 13,8 | 152,6 |
| | 50-j. | 12,8 | 7,4 | 19,4 | 81,5 | 65,9 | 11,4 | 174,5 |
| Oktober | 2002 | 8,4 | 4,2 | 13,2 | 86,7 | 116,1 | 22,0 | 90,4 |
| | Ø 10-j. | 9,1 | 5,1 | 13,8 | 85,2 | 65,7 | 13,7 | 105,4 |
| | 50-j. | 7,5 | 2,8 | 13,0 | 84,8 | 60,0 | 10,4 | 112,9 |
| November | 2002 | 5,7 | 2,8 | 9,0 | 93,6 | 129,2 | 18,0 | 35,9 |
| | Ø 10-j. | 3,2 | 0,3 | 6,3 | 89,0 | 56,1 | 11,3 | 59,7 |
| | 50-j. | 3,2 | -0,2 | 6,4 | 87,5 | 58,8 | 12,6 | 42,8 |
| Dezember | 2002 | 1,1 | -1,3 | 3,7 | 92,8 | 77,1 | 18,0 | 40,4 |
| | Ø 10-j. | 0,4 | -2,5 | 3,2 | 87,7 | 53,6 | 14,5 | 51,9 |
| | 50-j. | -0,9 | -4,4 | 1,6 | 88,1 | 49,1 | 13,3 | 34,3 |
| Jahr 2002 | | 9,3 | 4,4 | 14,7 | 81,4 | 1023,9 | 158,0 | 1768,4 |
| 10 – jähriges Mittel | | 8,6 | 4,0 | 13,6 | 80,0 | 820,7 | 157,4 | 1682,9 |
| 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 1993 bis einschließlich 2002.

3 Statistische Daten zur Hopfenproduktion

Bernhard Engelhard, Dipl. Ing. agr.

3.1 Anbaudaten

3.1.1 Struktur des Hopfenbaues

Im Jahre 2002 verringerte sich die Hopfenfläche in der Bundesrepublik Deutschland um 668 ha auf 18 352 ha gegenüber 19 020 ha im Vorjahr (- 3,51 %).

Die Zahl der Hopfenbaubetriebe hat sich auch im Jahre 2002 verringert, nämlich um 183 (=8,61 %) von 2 126 auf 1 943 Betriebe. Die Durchschnittshopfenfläche je Betrieb für das gesamte Bundesgebiet liegt jetzt bei 9,45 ha gegenüber 8,95 ha im Jahre 2001.

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

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

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

| Anbauggebiet | Hopfenanbauflächen | | | | Hopfenbaubetriebe | | | | Hopfenfläche je Betrieb in ha | |
|------------------------------|--------------------|--------|---------------------------------------|--------|-------------------|-------|---------------------------------------|---------|-------------------------------|-------|
| | in ha | | Zunahme + / Abnahme - 2001 zu 2002 | | 2001 | 2002 | Zunahme + / Abnahme - 2001 zu 2002 | | 2001 | 2002 |
| | 2001 | 2002 | ha | % | | | Betriebe | % | | |
| Hallertau | 15 510 | 14 967 | - 543 | - 3,50 | 1 630 | 1 527 | - 103 | - 6,32 | 9,52 | 9,80 |
| Spalt | 455 | 427 | - 28 | - 6,15 | 130 | 118 | - 12 | - 9,23 | 3,50 | 3,62 |
| Hersbruck | 98 | 98 | ± 0 | ± 0 | 18 | 16 | - 2 | - 11,11 | 5,44 | 6,13 |
| Tett nang | 1543 | 1 444 | - 99 | - 6,42 | 309 | 243 | - 66 | - 21,36 | 4,99 | 5,94 |
| Bitburg u.) Rheinpfalz) | 19 | 20 | + 1 | + 5,26 | 2 | 2 | ± 0 | ± 0 | 9,50 | 10,00 |
| Elbe-Saale | 1 395 | 1 396 | + 1 | + 0,07 | 37 | 37 | ± 0 | ± 0 | 37,70 | 37,73 |
| Bundesgebiet | 19 020 | 18 352 | - 668 | - 3,51 | 2 126 | 1 943 | - 183 | - 8,61 | 8,95 | 9,45 |

Abbildung 3.1:

Hopfenanbauflächen im Bundesgebiet und im Anbaugebiet Hallertau

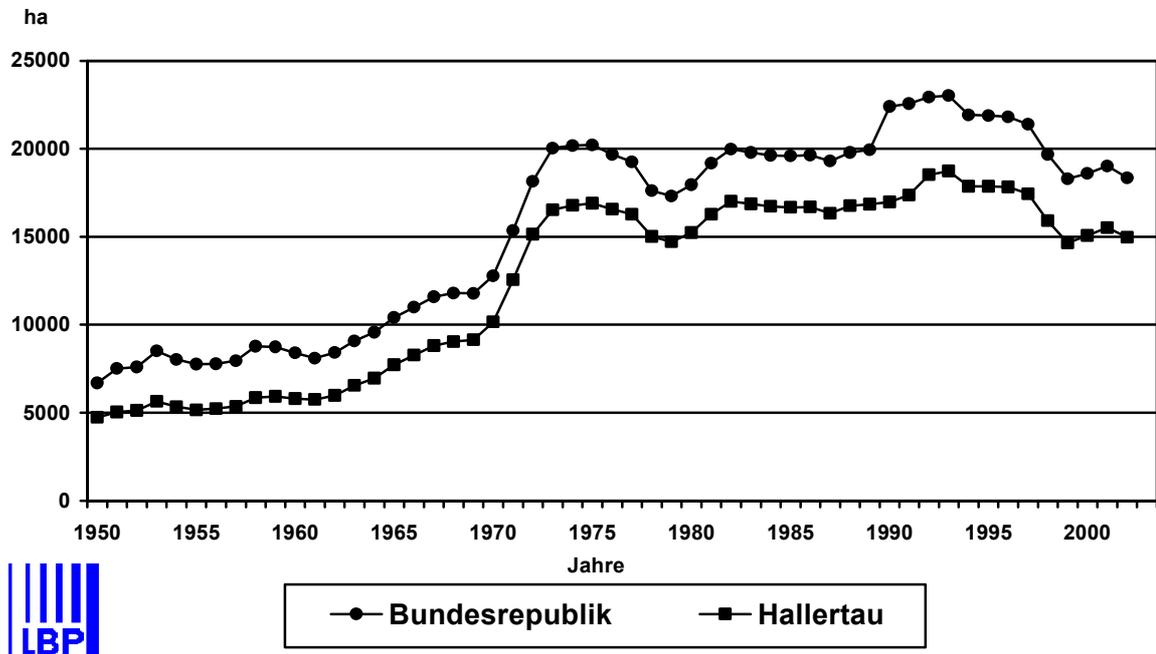


Abbildung 3.2

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

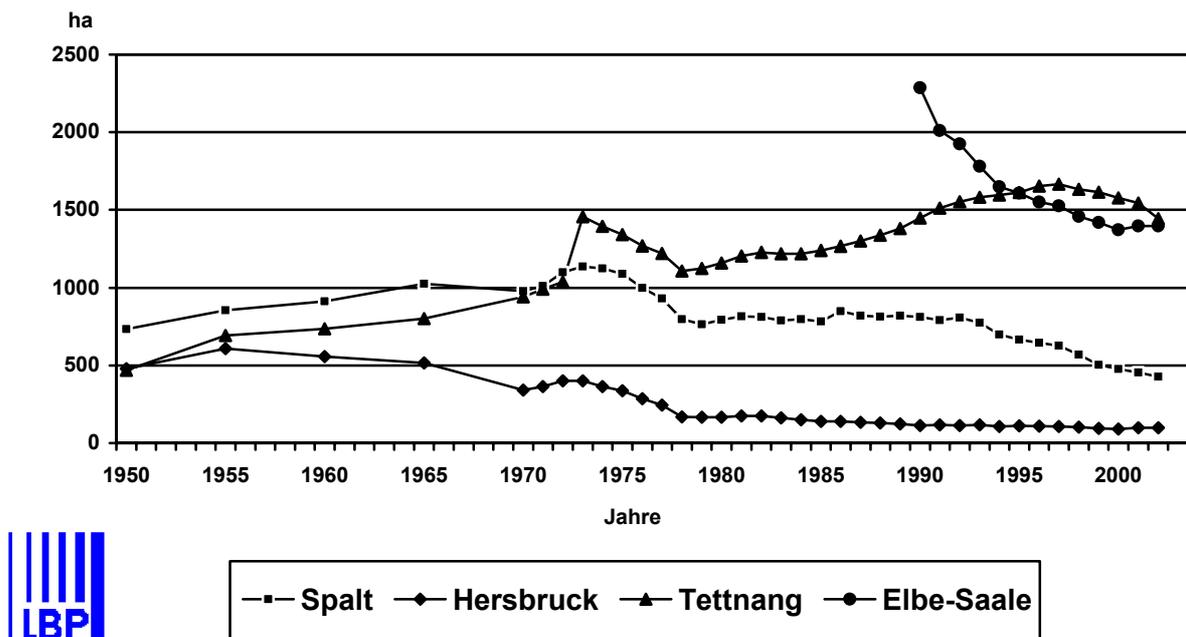


Tabelle 3.3: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2002

Teil 1 - Aromasorten

| Anbaugebiet | Anbau- fläche gesamt | Haller- tauer Mfr. | Spalter | Tett- nanger | Hers- brucker spät | Hüller Bitterer | Perle | Spalter Select | Hall. Tradition | Saphir | Aromasorten | |
|---------------------------|----------------------------|-----------------------|---------|-----------------|--------------------------|--------------------|--------|-------------------|--------------------|--------|-------------|--------|
| Hallertau | 14.967 | 838 | 2 | | 1.359 | 10 | 3.193 | 852 | 1.751 | 59 | 8.064 | 53,88% |
| Spalt | 427 | 126 | 138 | | 11 | | 18 | 115 | 11 | | 419 | 98,13% |
| Hersbruck | 98 | 27 | | | 8 | | 20 | 21 | 7 | | 83 | 84,69% |
| Tettnang | 1.444 | 515 | | 921 | | | 5 | | 2 | | 1.443 | 99,93% |
| Rheinpfalz } Bitburg } | 20 | 2 | | | | 2 | 6 | 2 | 3 | | 15 | 75,00% |
| Elbe-Saale | 1.396 | | | | | | 143 | | 9 | | 152 | 10,89% |
| Bundesgebiet | 18.352 | 1.508 | 140 | 921 | 1.378 | 12 | 3.385 | 990 | 1.783 | 59 | 10.176 | 55,45% |
| Anteil je Sorte in % | | 8,22% | 0,76% | 5,02% | 7,51% | 0,07% | 18,44% | 5,39% | 9,72% | 0,32% | | |

Sortenveränderung im Bundesgebiet

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--------|-------|-----|-----|-------|----|-------|-------|-------|----|--------|--------|
| 2001 ha | 19.020 | 1.409 | 153 | 992 | 1.644 | 15 | 3.606 | 1.080 | 1.850 | 19 | 10.768 | 56,61% |
| 2002 ha | 18.352 | 1.508 | 140 | 921 | 1.378 | 12 | 3.385 | 990 | 1.783 | 59 | 10.176 | 55,45% |
| Veränderung in ha | -668 | 99 | -13 | -71 | -266 | -3 | -221 | -90 | -67 | 40 | -592 | -5,48% |

Tabelle 3.3: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2002

Teil 2 - Bitterstoffsorten

| Anbaugebiet | Northern Brewer | Brewers Gold | Nugget | Target | Hall. Magnum | Hall. Taurus | Hall. Merkur | Columbus | Sonstige | Bitterstoffsorten | |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|----------|----------|-------------------|--------|
| Hallertau | 922 | 71 | 463 | 47 | 4.053 | 1.199 | 109 | 9 | 30 | 6.903 | 46,12% |
| Spalt | | | | | 3 | | 5 | | | 8 | 1,87% |
| Hersbruck | | 2 | | | 10 | | 1 | | 2 | 15 | 15,31% |
| Tettnang | | | | | 1 | | | | | 1 | 0,07% |
| Rheinpfalz } Bitburg } | | | | | 2 | 3 | | | | 5 | 25,00% |
| Elbe-Saale | 315 | | 82 | 4 | 778 | 41 | 20 | 4 | | 1.244 | 89,11% |
| Bundesgebiet | 1.237 | 73 | 545 | 51 | 4.847 | 1.243 | 135 | 13 | 32 | 8.176 | 44,55% |
| Anteil je Sorte in % | 6,74% | 0,40% | 2,97% | 0,28% | 26,41% | 6,77% | 0,74% | 0,07% | 0,17% | | |

Sortenveränderung im Bundesgebiet

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|-----|-----|-----|-------|-------|-----|----|----|-------|--------|
| 2001 ha | 1.695 | 127 | 581 | 64 | 4.535 | 1.155 | 41 | 13 | 41 | 8.252 | 43,39% |
| 2002 ha | 1.237 | 73 | 545 | 51 | 4.847 | 1.243 | 135 | 13 | 32 | 8.176 | 44,55% |
| Veränderung in ha | -458 | -54 | -36 | -13 | 312 | 88 | 94 | 0 | -9 | -76 | -0,95% |

3.1.2 Hopfensorten

Bei den Hopfensorten ergab sich im Jahre 2002 eine leichte Verschiebung zugunsten der Bitterstoffsorten. Der Anteil der Aromasorten im Jahre 2002 beträgt 55,46 % gegenüber 56,61 % im Jahre 2001. Die Bitterstoffsorten haben einen Anteil von 44,54 % der Anbaufläche gegenüber 43,39 % im Jahre 2001.

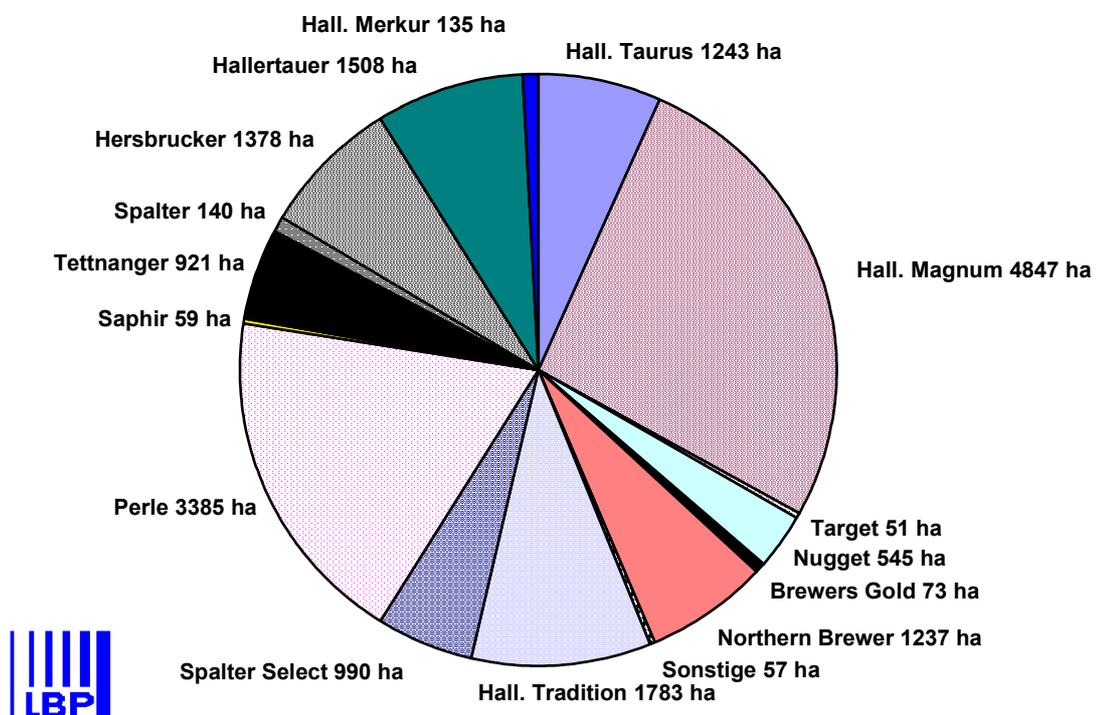
Die Anbauflächen der Aromasorten, mit Ausnahme von Hallertauer Mfr. und Saphir, wurden durchwegs verringert.

Die Flächen der Bitterstoffsorten Northern Brewer (- 458 ha), Brewers Gold (- 54 ha), Nugget (- 36 ha) und Target (- 13 ha) wurden ebenfalls verringert. Eine Zunahme der Anbaufläche verzeichnen die Sorten Hallertauer Magnum (+ 312 ha), Hallertauer Taurus (+ 88 ha) und Hallertauer Merkur (+ 94 ha)

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

Abbildung 3.3:

Sortenanteile in der Bundesrepublik in ha im Jahre 2002



3.2 Ertragssituation im Jahre 2002

Die Gesamternte in der Bundesrepublik Deutschland beträgt 32.270.635 kg (= 645.413 Ztr.) gegenüber 31.576.465 kg (= 631.529 Zentner) im Jahre 2001. Die Erntemenge liegt um 694.170 kg (= 13.884 Zentner) über dem Vorjahresergebnis; dies bedeutet eine Steigerung um 2,19 %.

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 2001.

Tabelle 3.4: Hektarerträge und Relativzahlen im Bundesgebiet

| | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Ertrag Ztr./ha | 31,1 | 35,1 | 31,9 | 31,4 | 30,5 | 31,5 | 1660 kg (33,2 Ztr.) | 1758 kg (35,2 Ztr.) |
| Relativ zu 100% (langj. Ø =35 Ztr.) | 88,9 | 100,3 | 91,1 | 89,7 | 87,1 | 90,0 | 94,9 | 100,6 |
| Anbaufläche in ha | 21.885 | 21.813 | 21.381 | 19.683 | 18.299 | 18.598 | 19.020 | 18.352 |
| Gesamternte in Ztr. | 681.081 | 766.070 | 681.035 | 617.181 | 558.247 | 585.841 | 31.576.465 kg (= 631.529 Ztr.) | 32.270.635 kg (= 645.413 Ztr.) |

Abbildung 3.4:

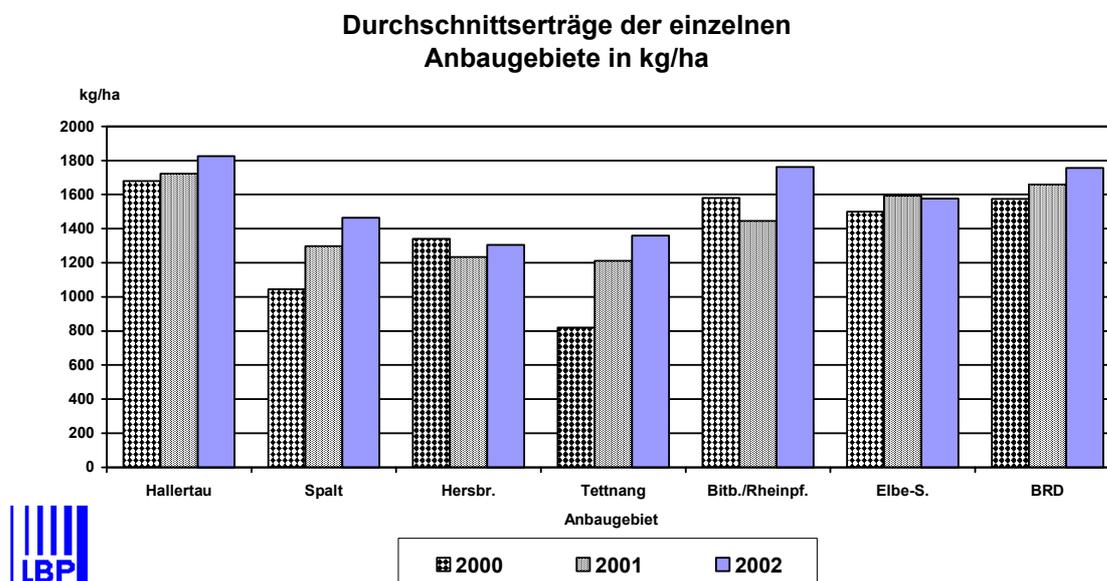


Tabelle 3.5: Durchschnittserträge der einzelnen Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten im Jahre 2002 in kg je ha

Aromasorten

| Anbau- gebiet | Haller- tauer | Spal- ter | Hers- brucker | Hüller Bitterer | Tett- nanger | Perle | Spalter Select | Hall. Trad. | Saphir |
|-----------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------------|-----------------|--------|-------------------|----------------|--------|
| Hallertau | 1138 | 1775 | 1832 | 1636 | - | 1837 | 1996 | 1992 | 801 |
| Spalt | 1340 | 1186 | 1326 | - | - | 1875 | 1947 | 1542 | - |
| Hersbruck | 1181 | - | 1394 | - | - | 1146 | 1723 | 1259 | - |
| Tettnang | 1489 | - | - | - | 1291 | - | - | - | - |
| Bitburg } Rheinpfalz } | 1412 | - | - | 1218 | - | 1958 | 1682 | 1332 | - |
| Elbe-Saale | - | - | - | - | - | 1458 | - | 1349 | - |
| Bundesge- biet 2002 | 1276 | 1194 | 1826 | 1566 | 1291 | 1818 | 1984 | 1982 | 801 |
| 2001 | 1383 | 1091 | 1648 | 1512 | 1060 | 1567 | 1886 | 1725 | 110 |
| ± zu 2001 kg/ha | - 107 | + 103 | + 178 | + 54 | +231 | + 251 | + 98 | + 257 | + 691 |
| Ernte in to Bundesgebiet | 1923,8 | 167,2 | 2515,7 | 18,8 | 1189,4 | 6143,6 | 1964,2 | 3529,7 | 47,3 |

Bitterstoffsorten

| Anbau- gebiet | Northern Brewer | Brewers Gold | Nugget | Target | Hall. Magnum | Hall. Taurus | Hall. Merkur | Colum- bus | Son- stige | Gesamt |
|----------------------------------|--------------------|-----------------|--------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------|
| Hallertau | 1581 | 2473 | 2301 | 2206 | 1839 | 1933 | 936 | 2238 | 1891 | 1825 |
| Spalt | - | - | - | - | 770 | - | 269 | - | - | 1464 |
| Hersbruck | - | 1960 | - | - | 1064 | - | 1190 | - | 660 | 1306 |
| Tettnang | - | - | - | - | - | - | - | - | 981 | 1360 |
| Bitburg } Rheinpfalz } | - | - | - | - | 2812 | 1755 | - | - | - | 1763 |
| Elbe-Saale | 1314 | - | 1932 | 1788 | 1685 | 1677 | 710 | 1740 | - | 1576 |
| Bundesge- biet 2002 | 1513 | 2459 | 2245 | 2174 | 1812 | 1925 | 880 | 2085 | 1648 | 1758 |
| 2001 | 1506 | 2132 | 2050 | 2076 | 1936 | 1536 | 352 | 1456 | 1485 | 1660 |
| ± zu 2001 kg/ha | + 7 | + 327 | + 195 | + 98 | - 124 | + 389 | + 528 | + 629 | + 163 | + 98 |
| Ernte in to Bundesge- biet | 1871,4 | 179,5 | 1223,6 | 110,9 | 8781,7 | 2392,2 | 118,8 | 27,1 | 65,9 | 32270,6 |

Quelle: EU-Bericht

Abbildung 3.5:

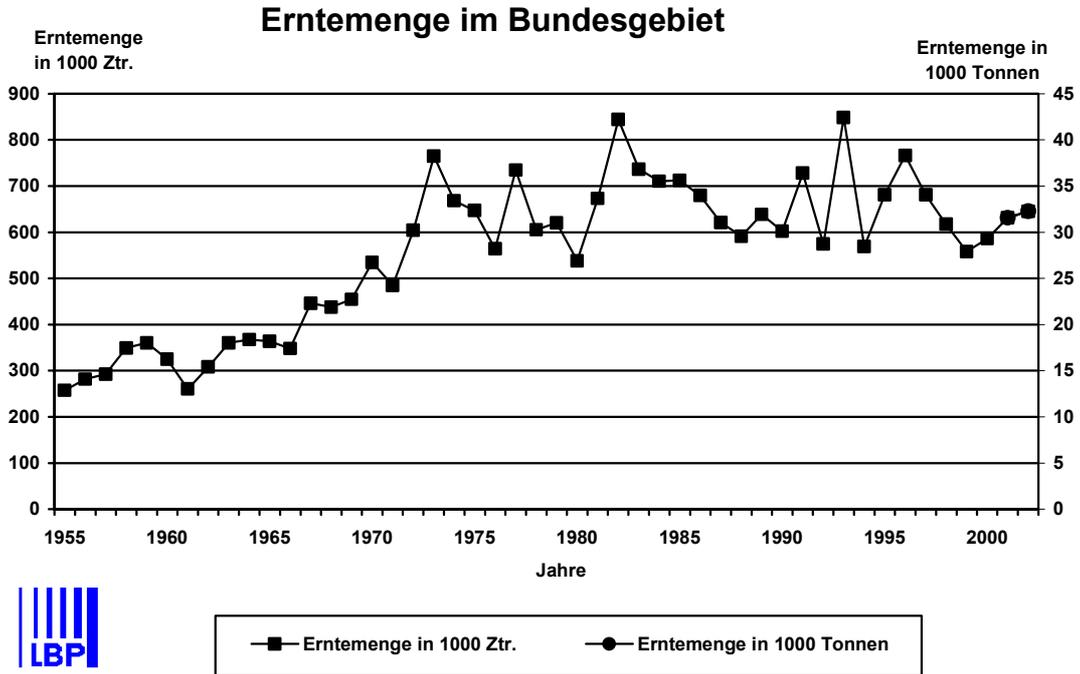


Abbildung 3.6:

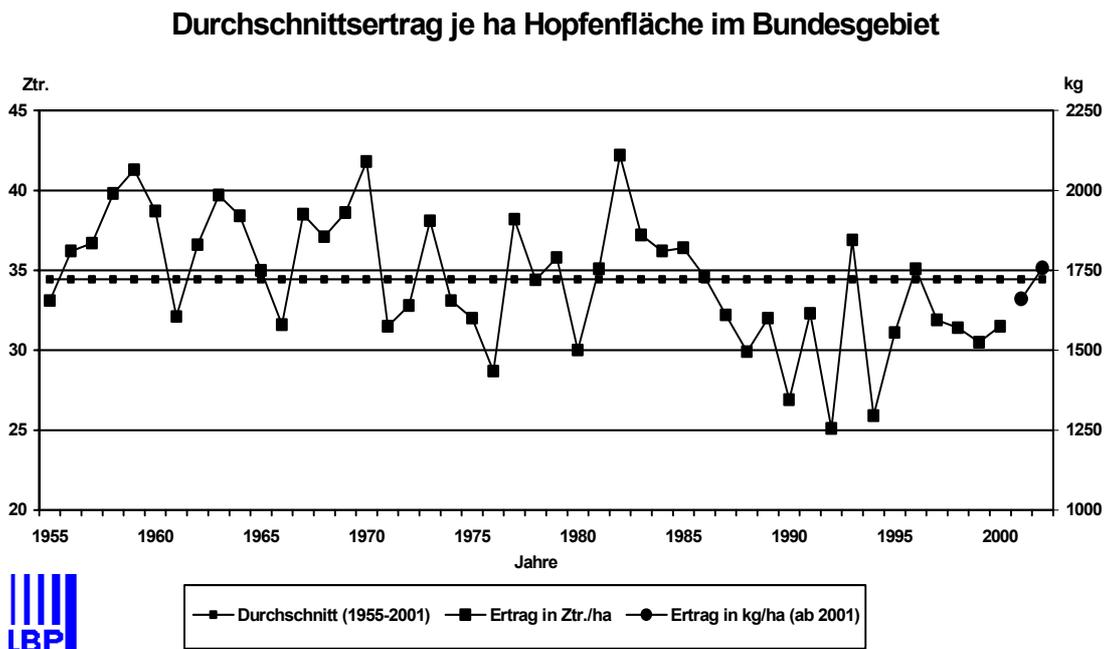


Tabelle 3.6: Hektar-Erträge in den deutschen Anbaugebieten

| Anbaugebiet | Erträge in Ztr./ha Gesamtfläche (ab 2001 in kg/ha) | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------------|----------------------|
| | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
| Hallertau | 26,7 | 32,3 | 35,1 | 32,8 | 32,5 | 31,2 | 33,6 | 1724 kg | 1825 kg |
| Spalt | 26,7 | 26,2 | 32,3 | 26,5 | 22,1 | 28,2 | 20,9 | 1298 kg | 1464 kg |
| Hersbruck | 22,4 | 23,9 | 27,9 | 28,3 | 28,8 | 23,5 | 26,8 | 1233 kg | 1306 kg |
| Tettnang | 27,2 | 24,1 | 28,9 | 31,2 | 26,8 | 28,3 | 16,4 | 1212 kg | 1360 kg |
| Bitburg } Rheinpfalz } | 25,2 | 31,3 | 39,0 | 34,9 | 30,1 | 31,4 | 31,6 | 1445 kg | 1763 kg |
| Elbe-Saale | 16,8 | 27,7 | 30,6 | 23,6 | 27,5 | 27,3 | 30,0 | 1594 kg | 1576 kg |
| Ø Ertrag je ha Bundesgebiet | 25,9 | 31,1 | 35,1 | 31,9 | 31,4 | 30,5 | 31,5 | 1660 kg | 1758 kg |
| Gesamternte Bundesgebiet | 568 686 | 681 081 | 766 070 | 681 035 | 617 181 | 558 247 | 585 841 | 31 576 to 631 529 | 32 271 to 645 413 |
| Anbaufläche Bundesgebiet | 21 930 | 21 885 | 21 813 | 21 381 | 19 683 | 18 299 | 18 598 | 19 020 | 18 352 |

Quelle: EU-Bericht

Tabelle 3.7: Alpha-Säurenwerte der einzelnen Hopfensorten

| Sorte | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 10-jähr. Ø |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|
| Hallertauer | 4,9 | 3,2 | 3,8 | 4,8 | 5,1 | 4,4 | 3,9 | 4,5 | 4,3 | 4,3 | 4,32 |
| Spalter | 3,9 | 2,6 | 3,3 | 4,8 | 6,0 | 4,5 | 4,1 | 4,5 | 4,5 | 4,7 | 4,29 |
| Tettnanger | 4,3 | 3,0 | 2,6 | 4,5 | 4,9 | 3,7 | 3,5 | 4,7 | 4,1 | 4,1 | 3,94 |
| Hersbrucker | 3,4 | 1,3 | 2,2 | 4,0 | 4,6 | 3,4 | 2,0 | 4,6 | 2,7 | 2,9 | 3,11 |
| Hüller Bitterer | 5,6 | 4,0 | 4,0 | 5,4 | 7,9 | 6,5 | 5,2 | 6,6 | 5,7 | 6,9 | 5,78 |
| Perle | 7,1 | 3,7 | 5,3 | 7,9 | 8,8 | 6,5 | 6,7 | 8,0 | 6,8 | 8,0 | 6,88 |
| Spalter Select | 5,1 | 2,2 | 3,7 | 5,4 | 6,6 | 5,3 | 4,3 | 5,8 | 4,6 | 5,4 | 4,84 |
| Hall. Tradition | 5,8 | 3,9 | 4,7 | 6,5 | 6,8 | 5,6 | 5,7 | 6,8 | 6,3 | 6,7 | 5,88 |
| Saazer | 3,8 | 2,5 | 3,3 | 3,3 | 3,8 | 4,1 | 3,9 | - | - | - | - |
| Northern Brewer | 8,5 | 5,5 | 7,4 | 9,7 | 10,1 | 8,5 | 8,6 | 9,6 | 8,7 | 9,3 | 8,59 |
| Brewers Gold | 6,5 | 4,0 | 4,8 | 7,0 | 8,2 | 7,3 | 5,9 | 7,3 | 6,1 | 6,7 | 6,38 |
| Record | 6,1 | 3,1 | 4,4 | 7,3 | 8,4 | 6,5 | 6,3 | 8,3 | 6,0 | - | 6,30 |
| Orion | 7,5 | 4,3 | 5,9 | 8,4 | 9,3 | 7,4 | 7,0 | 8,6 | 8,2 | - | 7,40 |
| Nugget | 10,0 | 9,1 | 9,3 | 10,2 | 12,9 | 10,5 | 9,6 | 11,8 | 10,9 | 11,3 | 10,56 |
| Target | 11,0 | 8,5 | 9,4 | 11,6 | 12,7 | 10,8 | 11,1 | 12,1 | 11,7 | 11,5 | 11,04 |
| Hall. Magnum | 12,6 | 10,1 | 11,5 | 13,9 | 15,9 | 13,0 | 12,8 | 14,1 | 13,4 | 13,6 | 13,09 |
| Hall. Taurus | - | - | - | 15,6 | 13,8 | 13,3 | 15,2 | 14,9 | 15,1 | 15,3 | - |
| Hall. Merkur | - | - | - | - | - | - | - | - | 12,1 | 12,4 | - |
| Columbus | - | - | - | - | - | - | - | - | 10,6 | - | - |

Quelle: EU-Bericht

3.2.1 Hopfenvermarktung 2002

Die Hopfenvermarktung im Jahre 2002 gestaltete sich außerordentlich schwierig. Der größte Teil der Freihopfenmengen wurde von den Handelsfirmen und den Erzeugergemeinschaften in einen Pool aufgenommen. Für einzelne Sorten wurden Abschlagzahlungen geleistet. Für schwer zu vermarktende Sorten ist bisher noch keine Auszahlung erfolgt. Somit kann kein Durchschnittspreis für Freihopfen und kein Gesamtdurchschnittspreis errechnet werden. Die Erlöse pro ha Hopfenfläche sind aus vor genannten Gründen ebenfalls nicht zu ermitteln.

3.2.2 Welthopfenmarkt

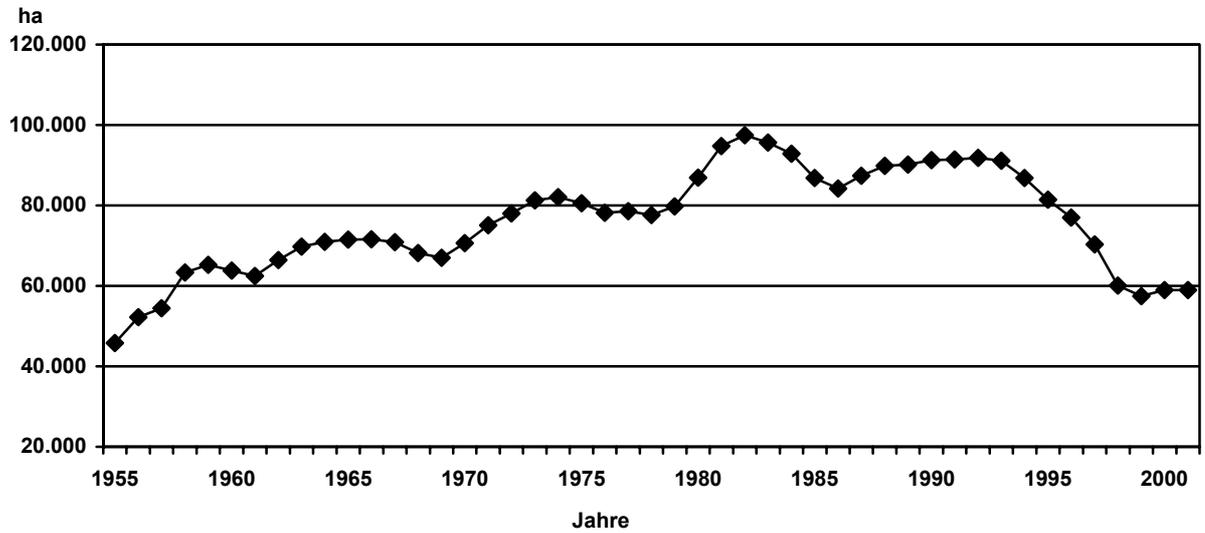
Tabelle 3.8: Welthopfenmarkt

| | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|---|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Hopfenfläche der Welt in ha | 91 121 | 86 786 | 81 466 | 76 967 | 70 290 | 60 111 | 57 427 | 58 991 | 58 946 |
| Veränderung in ha | | -4 335 | -5 320 | - 4 499 | - 6 677 | -10 179 | - 2 684 | + 1 564 | - 45 |
| Erntemenge der Welt in Mio. Zentner | 2,74 | 2,43 | 2,53 | 2,49 | 2,24 | 1,89 | 1,91 | 1,93 | 1,98 |
| Veränderung in Mio. Zentner | | - 0,31 | + 0,10 | - 0,04 | - 0,25 | - 0,35 | + 0,02 | + 0,02 | + 0,05 |
| Durchschnittsertrag der Welt in Ztr./ha | 30,07 | 28,00 | 31,06 | 32,35 | 31,92 | 31,48 | 33,24 | 32,79 | 33,64 |
| Welt-Alphaproduktion in 1000 kg | 9 097 | 6 907 | 7 831 | 9 300 | 8 782 | 7 248 | 7 393 | 8 294 | 8 747 |
| Biererzeugung der Welt in Mio. hl | 1 188 | 1 214 | 1 248 | 1 269 | 1 300 | 1 301 | 1 365 | 1 392 | 1 421 |
| Steigerung/Minderung in % | | + 2,19 | + 2,80 | + 1,68 | + 2,44 | + 0,8 | + 3,46 | + 1,98 | + 2,08 |
| Geerntete Hopfenmenge je hl erzeugtes Bier in Gramm | 115 | 99 | 101 | 98 | 86 | 72 | 70 | 69 | 70 |
| Alpha-Produktion je hl erzeugtes Bier in Gramm | 7,66 | 5,66 | 6,27 | 7,33 | 6,76 | 5,57 | 5,42 | 5,96 | 6,15 |

Quelle: Barth-Bericht

Abbildung 3.7:

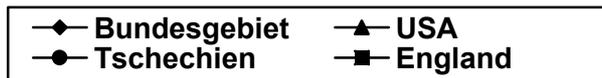
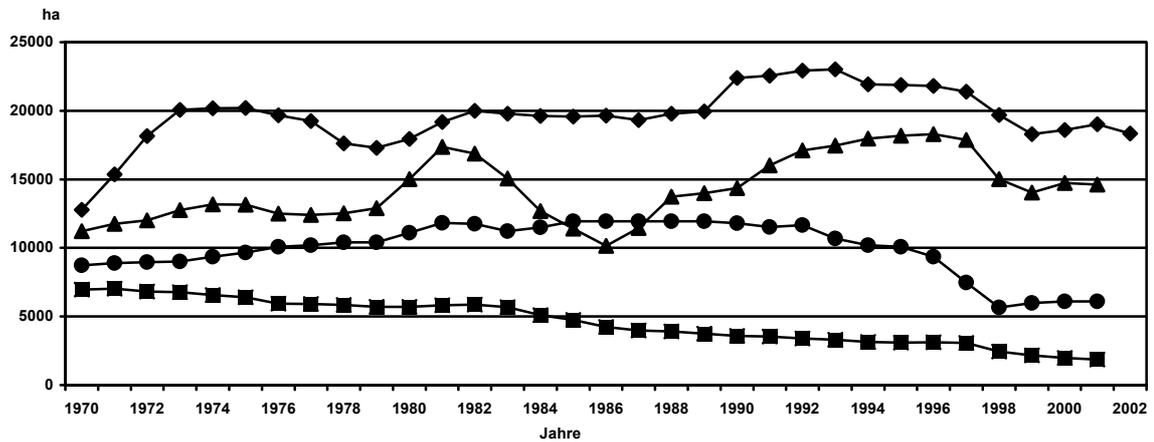
Welthopfenfläche



Quelle: Barth-Bericht

Abbildung 3.8:

Hopfenflächen verschiedener Länder



Quelle: Barth-Bericht

Abbildung 3.9:

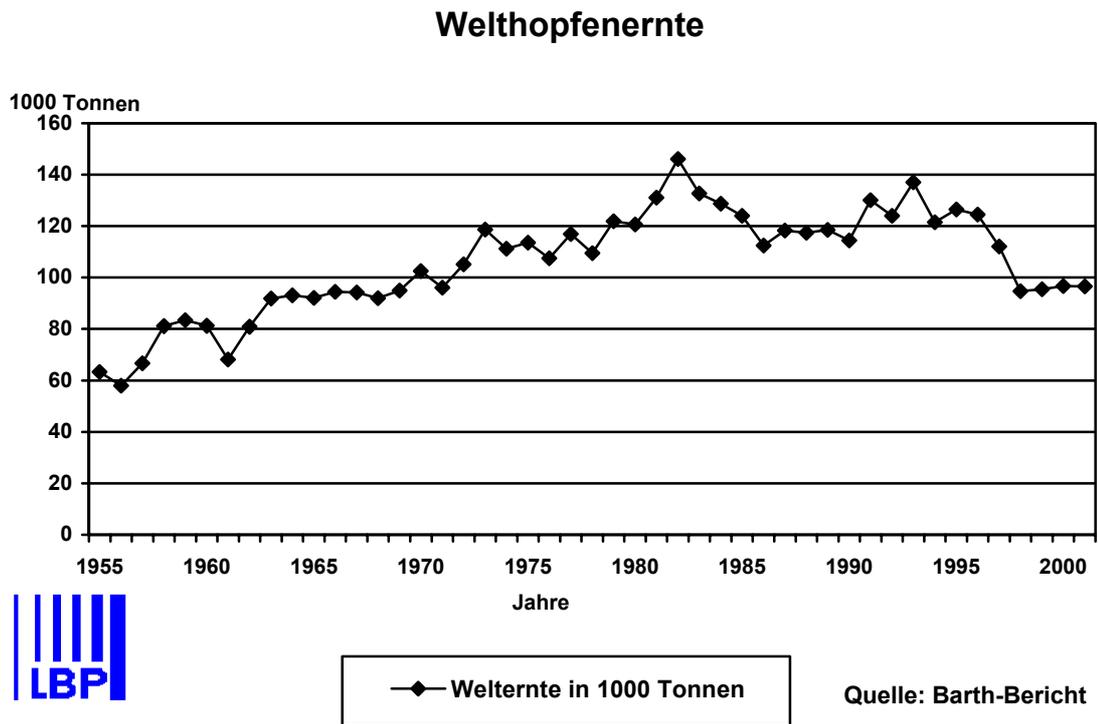
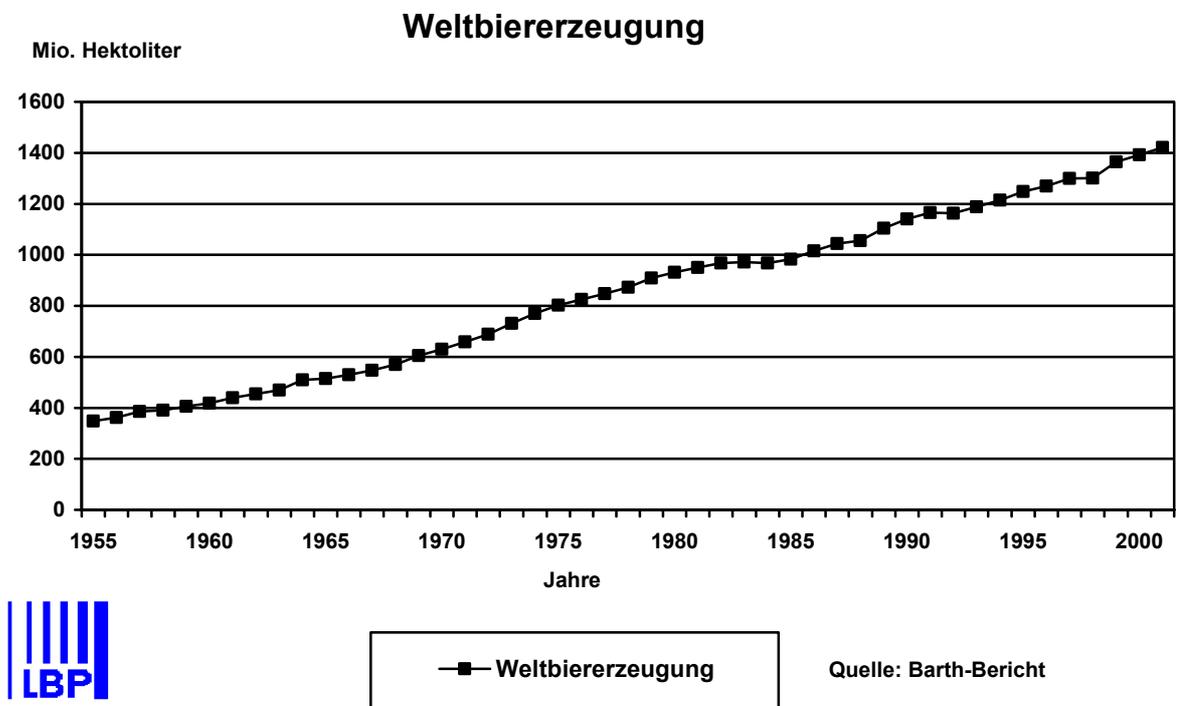


Abbildung 3.10:



4 Hopfenzüchtung

ORRin Dr. Elisabeth Seigner, Dipl. Biol.

4.1 Praktische Hopfenzüchtung

4.1.1 Kreuzungen 2002

2002 wurden 114 Kreuzungen mit folgenden Zuchtzielen durchgeführt:

Anzahl der Kreuzungen

| | |
|-------------|---|
| 36 | Aromahopfen mit guter Peronosporatoleranz und Mehltairesistenz |
| 11 | Niedrigerüsthopfen mit Peronosporatoleranz und Mehltairesistenz |
| <u>67</u> | Bitterhopfen mit guter Peronosporatoleranz und Mehltairesistenz |
| insges. 114 | |

Die Zahl der Kreuzungen wurde im Jahr 2002 im Vergleich zu den Vorjahren wieder deutlich erhöht, da mittlerweile eine größere Anzahl mehltairesistenter Kreuzungspartner zur Verfügung steht.

4.1.2 Ergebnisse der Sämlingsprüfungen

4.1.2.1 Sämlinge 2000

Peronosporatoleranzprüfung der Sämlinge 2000

Von den Sämlingen 2000 sind im Zuchtgarten in Hüll 2340 Nachkommen aus 40 Aromakreuzungen und 82 Bitterkreuzungen im Anbau.

Als Vergleichssorten wurden mit den Sämlingen der Aromahopfenrichtung die Sorten Hallertauer Mfr., Hallertauer Tradition, Spalter Select und Perle angepflanzt. Die Vergleichssorten der Sämlinge mit Bitterhopfenrichtung sind Hallertauer Magnum, Hallertauer Taurus, Nugget und Wye Target.

Mehltairesistenzprüfung der Sämlinge 2000

In einem isolierten Hopfengarten stehen zusätzlich ca. 1600 Nachkommen aus 66 Bitterhopfenkreuzungen. Sie werden auf Mehltairesistenz im Freilandanbau geprüft. Dieser Bestand blieb während der gesamten Vegetationsperiode ohne chemische Bekämpfungsmaßnahme gegen den Echten Mehltau.

Tabelle 4.1: Mehлтаubefall der Vergleichssorten der Sämlinge 2000 in der Mehлтаuresistenzprüfung Hüll

| Sorte | Mehлтаubefall (0-9) Trockenhopfenbonitur | |
|--------------------|--|-----|
| | von – bis | Ø |
| Hallertauer Magnum | 2-5 | 3,5 |
| Hallertauer Taurus | 2-4 | 3,0 |
| Nugget | 4-6 | 5,0 |
| Wye Target | 0 | 0 |

Ergebnis der Sämlinge 2000 aus der Peronospora- und Mehлтаureprüfung

Die Sämlinge 2000 wurden 2002 erstmals beerntet. Von den 76 ausgewählten Sämlingen konnten acht Sämlinge mit Einzelpflanzenenerträgen über 1000 g und 13 Sämlinge mit α -Säurenwerten über 15 % ausgelesen werden.

Sieben erfolgversprechende Zuchtstämme werden deshalb bereits nach der ersten Beerntung vermehrt und in die Stammesprüfung 2003 aufgenommen.

4.1.2.2 Sämlinge 99

Peronosporatoleranzprüfung der Sämlinge 99

Von den Sämlingen 99 sind im Zuchtgarten in Hüll 1250 Nachkommen aus 41 Aromakreuzungen und 1060 Nachkommen aus 57 Bitterkreuzungen im Anbau.

Als Vergleichssorten wurden mit den Sämlingen der Aromahopfenrichtung die Sorten Hallertauer Mfr., Hallertauer Tradition, Spalter Select und Perle angepflanzt. Die Vergleichssorten der Sämlinge mit Bitterhopfenrichtung sind Hallertauer Magnum, Hallertauer Taurus, Nugget und Wye Target.

Mehлтаuresistenzprüfung der Sämlinge 99

In einem isolierten Hopfengarten stehen zusätzlich 275 Nachkommen aus neun Aromahopfenkreuzungen und ca. 2060 Nachkommen aus 57 Bitterhopfenkreuzungen. Sie werden auf Mehлтаuresistenz im Freilandanbau geprüft. Dieser Bestand blieb während der gesamten Vegetationsperiode ohne chemische Bekämpfungsmaßnahme gegen den Echten Mehлтаu. Da schwerpunktmäßig Sämlinge der Bitterhopfenrichtung geprüft wurden, sind als Vergleichssorten Hallertauer Magnum, Hallertauer Taurus, Nugget und Wye Target im Anbau.

Tabelle 4.2: Mehлтаubefall der Vergleichssorten der Sämlinge 99 in der Mehлтаuresistenzprüfung Hüll

| Sorte | Mehлтаubefall (0 – 9) Trockenhopfenbonitur | | | |
|--------------|--|-----|-----------|-----|
| | 2001 | | 2002 | |
| | von – bis | Ø | von – bis | Ø |
| Hall. Magnum | 1 – 5 | 2,5 | 3 – 4 | 3,8 |
| Hall. Taurus | 0 – 1 | 0,8 | 0 – 4 | 2,0 |
| Nugget | 3 – 6 | 4,0 | 0 – 2 | 1,0 |
| Wye Target | 0 | 0 | 0 | 0 |

Anzahl der geernteten Sämlinge 99 in der Mehлтаuresistenzprüfung mit vergleichbarer Mehлтаuresistenz wie Wye Target

Bonitierungsnote 0: 122 Sämlinge
 Bonitierungsnote 1: 9 Sämlinge
 Bonitierungsnote 2: 11 Sämlinge

Der Infektionsdruck mit Echtem Mehлтаu war in den Jahren 2001 und 2002 im Zuchtgarten, wie auch in der Praxis, deutlich geringer als in den Vorjahren. Dies zeigt der Mehлтаubefall der vier Vergleichssorten (Tabelle 4.2). Die Pflanzen der mehлтаuresistenten Sorte Wye Target blieben in beiden Jahren befallsfrei.

Ergebnisse der Sämlinge 99 aus der Peronospora- und Mehлтаuprüfung

Während der zweijährigen Ertragsprüfung wurden insgesamt 318 Sämlinge beerntet. 51 Sämlinge konnten mit Einzelpflanzenenerträgen über 1000 g und 39 Sämlinge mit α -Säurenwerten über 15 % ausgelesen werden. 10 Stämme wurden bereits im Jahr 2002 in die neue Stammesprüfung aufgenommen. Weitere sieben Stämme sind für die Stammesprüfung 2003 vorgesehen.

4.1.3 Ergebnisse der Stammesprüfungen

4.1.3.1 Stammesprüfung 2001 Hüll und Rohrbach

Tabelle 4.3: Ergebnisse der Ernte 2002

| Stamm/Sorte | Ertrag Ztr./ha | Aroma 1-30 | α - Säuren | β - Säuren | Cohu- mulon | Ertrag Ztr./ha | Aroma 1-30 | α - Säuren | β - Säuren | Cohu- mulon |
|-----------------|-----------------------|---------------|----------------------|---------------------|----------------|---------------------------|---------------|----------------------|---------------------|----------------|
| | Hüll (lehmiger Boden) | | | | | Rohrbach (sandiger Boden) | | | | |
| Hall. Tradition | | 27 | 6,2 | 4,1 | 23,6 | | 27 | 5,1 | 3,9 | 25,2 |
| Hall. Merkur | | 23 | 13,5 | 6,0 | 17,3 | | 23 | 11,7 | 4,7 | 16,7 |
| 97/007/011 | | 27 | 7,3 | 5,0 | 23,0 | | 27 | 5,9 | 4,3 | 22,7 |
| 97/007/040 | | 26 | 6,1 | 5,5 | 25,7 | | 27 | 5,2 | 4,2 | 24,6 |
| 97/010/023 | | 27 | 8,1 | 5,9 | 24,7 | | - | - | - | - |
| 97/025/007 | | 26 | 0,3 | 9,5 | 34,4 | | 26 | 0,2 | 8,9 | 35,5 |
| 97/026/006 | | 27 | 3,4 | 8,4 | 15,8 | | - | - | - | - |
| 97/033/014 | | 25 | 6,4 | 4,2 | 16,1 | | - | - | - | - |
| 97/040/003 | | 23 | 14,2 | 5,2 | 38,6 | | 19 | 14,3 | 5,1 | 38,9 |
| 97/040/036 | | 22 | 8,5 | 6,7 | 16,9 | | 22 | 6,2 | 4,8 | 20,3 |
| 97/060/008 | | 23 | 10,8 | 4,5 | 33,9 | | 21 | 10,5 | 4,0 | 35,2 |
| 97/060/011 | | 23 | 17,7 | 5,6 | 36,6 | | 21 | 16,4 | 5,5 | 36,6 |
| 97/060/025 | | 22 | 12,4 | 5,0 | 39,8 | | 23 | 10,9 | 4,2 | 40,5 |
| 97/060/030 | | 18 | 10,3 | 5,1 | 15,1 | | 21 | 9,6 | 4,6 | 17,2 |
| 97/060/054 | | 23 | 11,2 | 3,9 | 36,9 | | 24 | 9,1 | 3,3 | 38,7 |
| 97/060/721 | | 23 | 16,9 | 5,9 | 39,6 | | - | - | - | - |
| 97/060/724 | | 21 | 13,0 | 4,4 | 37,5 | | - | - | - | - |
| 97/060/754 | | 20 | 11,3 | 4,7 | 39,1 | | - | - | - | - |
| 97/065/753 | | 19 | 13,6 | 7,3 | 23,9 | | 21 | 13,9 | 7,0 | 24,4 |
| 97/071/737 | | 21 | 11,6 | 7,2 | 28,7 | | - | - | - | - |
| 97/076/754 | | 22 | 12,3 | 7,8 | 36,1 | | 23 | 12,4 | 7,4 | 37,6 |
| 97/077/763 | | 21 | 12,6 | 3,8 | 25,0 | | - | - | - | - |
| 97/079/005 | | 20 | 10,1 | 2,6 | 24,0 | | - | - | - | - |
| 97/081/722 | | 20 | 10,8 | 4,3 | 26,6 | | - | - | - | - |

α - und β -Säuren in % lfr.

Cohumulon in % der α -Säuren

Da die Stammesvorprüfung 2001 wegen Wildverbiss durch Hasen sehr ungleich entwickelt war, wurde im Jahr 2002 nur ein Draht pro Stock aufgeleitet. Aus diesem Grunde wird auf die Angabe des Ertrages verzichtet. Die angegebenen Inhaltsstoffe sind nur als Richtwerte anzusehen, da die α -Säurenwerte von Wurzelfeuchern meist deutlich niedriger liegen als bei Pflanzen, die im Vollertrag stehen.

Der Aromazuchtstamm 97/025/007 zeichnet sich durch das fast vollständige Fehlen der α -Säuren aus. Anscheinend ist hier die Umwandlung der β -Säuren in α -Säuren, die normalerweise während der Reife stattfindet, blockiert.

Besonders erfolgversprechend erscheint der Zuchtstamm 97/060/011. Deshalb wurde er bereits im Jahr 2002 in eine Anbauprüfung aufgenommen.

4.1.3.2 Stammesprüfung 2000/2 Hüll und Rohrbach

Tabelle 4.4: Ergebnisse der Ernte 2002

| Stamm/Sorte | Ertrag Ztr./ha | Aroma 1-30 | α - Säuren | β - Säuren | Cohu- mulon | Ertrag Ztr./ha | Aroma 1-30 | α - Säuren | β - Säuren | Cohu- mulon |
|-----------------|-------------------|---------------|----------------------|---------------------|----------------|-------------------|---------------|----------------------|---------------------|----------------|
| | | | | | | | | | | |
| Hall. Tradition | 48,2 | 26 | 6,2 | 4,8 | 24,1 | 55,7 | 26 | 5,8 | 4,7 | 25,9 |
| Hall. Merkur | 62,1 | 22 | 10,8 | 5,7 | 18,6 | 56,1 | 22 | 12,4 | 6,9 | 17,9 |
| 96/001/001 | 36,8 | 26 | 6,4 | 7,0 | 23,9 | 38,3 | 26 | 5,5 | 6,5 | 23,3 |
| 96/001/008 | 49,0 | 27 | 6,2 | 7,5 | 23,3 | 32,6 | 27 | 4,5 | 6,1 | 22,5 |
| 96/001/017 | 32,5 | 27 | 5,2 | 6,9 | 19,9 | 40,9 | 26 | 4,7 | 7,5 | 21,2 |
| 96/001/018 | 30,5 | 26 | 7,1 | 6,1 | 21,7 | 33,4 | 27 | 7,1 | 6,1 | 22,1 |
| 96/001/021 | 45,8 | 25 | 5,6 | 6,8 | 22,4 | 31,5 | 27 | 5,6 | 7,1 | 21,9 |
| 96/001/024 | 61,5 | 26 | 5,4 | 7,9 | 19,0 | 41,1 | 27 | 5,0 | 7,3 | 19,1 |
| 96/008/014 | 69,1 | 26 | 5,3 | 10,5 | 16,5 | 66,4 | 27 | 4,8 | 10,8 | 15,6 |
| 96/010/024 | 45,5 | 27 | 4,9 | 10,1 | 18,6 | 45,1 | 26 | 4,2 | 9,5 | 18,9 |
| 96/012/011 | 45,0 | 26 | 5,9 | 4,2 | 23,7 | 35,7 | 25 | 4,9 | 3,5 | 24,3 |
| 96/015/030 | 54,3 | 22 | 6,9 | 5,3 | 19,1 | 58,0 | 25 | 7,0 | 5,7 | 20,1 |
| 96/016/034 | 48,4 | 26 | 8,2 | 8,0 | 16,3 | 49,4 | 26 | 7,0 | 7,6 | 18,1 |
| 96/026/017 | 45,2 | 27 | 7,3 | 7,2 | 24,3 | 37,4 | 27 | 7,9 | 7,6 | 19,7 |
| 96/030/011 | 63,2 | 27 | 3,9 | 9,3 | 14,4 | 53,4 | 26 | 3,9 | 8,9 | 15,4 |
| 96/030/014 | 42,3 | 26 | 4,8 | 9,2 | 12,5 | 25,9 | 24 | 3,9 | 7,3 | 16,0 |
| 96/030/016 | 34,5 | 26 | 6,1 | 7,0 | 14,4 | - | - | - | - | - |
| 96/030/041 | 51,3 | 26 | 4,4 | 9,2 | 10,3 | 50,8 | 25 | 4,3 | 8,4 | 11,7 |
| 96/031/009 | 44,9 | 26 | 3,5 | 12,7 | 14,5 | 30,8 | 26 | 3,3 | 11,6 | 15,3 |
| 96/031/027 | 51,1 | 25 | 4,9 | 6,6 | 15,6 | 49,2 | 25 | 4,2 | 6,1 | 16,0 |
| 96/035/026 | 53,6 | 25 | 6,0 | 6,7 | 13,3 | 49,9 | 26 | 5,0 | 6,7 | 12,1 |
| 96/037/025 | 54,2 | 25 | 6,5 | 6,0 | 22,6 | 51,9 | 25 | 4,8 | 6,9 | 21,8 |
| 96/054/009 | 47,4 | 26 | 3,8 | 5,0 | 20,8 | - | - | - | - | - |
| 96/069/037 | 55,5 | 22 | 15,3 | 6,0 | 19,4 | 38,9 | 22 | 16,1 | 6,3 | 20,1 |

α - und β -Säuren in % lfr.

Cohumulon in % der α -Säuren

Die im Jahr 2000 eingelegte Stammesvorprüfung 2000/2 wurde erstmals voll beerntet. Beim Sämlingsjahrgang 96 konnten 21 interessante Aromazuchtstämme selektiert werden. Sie zeichnen sich durch ein ausgewogenes α/β -Verhältnis und niedrige Cohumulonwerte aus. Dagegen erreichte im Hochalphanbereich lediglich der Zuchtstamm 96/069/037 die geforderten Zuchtziele.

4.1.3.3 Stammesprüfung 2000 Hüll und Rohrbach

Tabelle 4.5: Ergebnisse der Ernte 2002

| Stamm/Sorte | Ertrag Ztr./ha | Aroma 1-30 | α - Säuren | β - Säuren | Cohu- mulon | Ertrag Ztr./ha | Aroma 1-30 | α - Säuren | β - Säuren | Cohu- mulon |
|--------------|-------------------|---------------|----------------------|---------------------|----------------|-------------------|---------------|----------------------|---------------------|----------------|
| | | | | | | | | | | |
| Hall. Magnum | 54,8 | 23 | 13,6 | 7,5 | 28,8 | 54,9 | 21 | 14,8 | 7,2 | 26,7 |
| Hall. Taurus | 50,2 | 21 | 15,5 | 5,2 | 21,7 | 47,2 | 22 | 16,4 | 5,1 | 23,0 |
| Nugget | 49,2 | 20 | 12,1 | 4,6 | 25,6 | 70,5 | 19 | 11,5 | 4,5 | 28,0 |
| Wye Target | 56,1 | 21 | 12,2 | 6,0 | 33,3 | 62,7 | 19 | 11,7 | 5,0 | 36,3 |
| 94/075/240 | 54,0 | 21 | 15,1 | 7,1 | 21,8 | 61,5 | 22 | 13,2 | 7,5 | 20,7 |
| 94/075/248 | 40,0 | 20 | 11,5 | 8,8 | 19,4 | 53,0 | 21 | 13,3 | 9,4 | 20,0 |
| 94/075/250 | 57,7 | 22 | 7,9 | 7,8 | 17,7 | 57,2 | 22 | 8,6 | 8,7 | 17,9 |
| 94/075/761 | 40,8 | 21 | 13,8 | 6,7 | 13,3 | 57,0 | 19 | 15,5 | 6,7 | 14,5 |
| 95/080/721 | 53,4 | 22 | 9,3 | 4,2 | 39,6 | 70,8 | 20 | 11,1 | 5,5 | 41,2 |
| 95/083/769 | 58,3 | 19 | 13,5 | 4,3 | 25,7 | 73,1 | 19 | 14,4 | 4,4 | 27,5 |
| 95/090/703 | 42,3 | 18 | 14,0 | 5,9 | 34,2 | 45,5 | 19 | 14,3 | 5,7 | 31,7 |
| 95/093/702 | 38,7 | 17 | 16,7 | 5,1 | 26,2 | 29,4 | 17 | 16,0 | 4,6 | 24,0 |
| 95/093/716 | 47,0 | 20 | 16,0 | 5,4 | 29,9 | 46,6 | 20 | 16,9 | 5,3 | 29,3 |
| 95/094/751 | 37,7 | 20 | 9,1 | 4,5 | 47,8 | 40,8 | 18 | 10,5 | 4,8 | 47,8 |
| 95/094/766 | 59,2 | 22 | 10,6 | 4,3 | 30,5 | 59,5 | 20 | 10,9 | 4,4 | 32,0 |
| 95/094/775 | 62,4 | 22 | 10,8 | 6,5 | 21,8 | 59,0 | 18 | 9,6 | 5,4 | 23,9 |
| 95/094/834 | 50,9 | 21 | 15,7 | 6,0 | 36,5 | 53,2 | 19 | 16,4 | 5,9 | 34,2 |
| 95/094/841 | 53,7 | 21 | 12,0 | 4,0 | 31,9 | 60,3 | 19 | 13,1 | 4,1 | 33,5 |
| 95/094/850 | 45,8 | 20 | 14,1 | 6,3 | 25,3 | 51,3 | 18 | 14,5 | 5,7 | 23,4 |
| 95/096/726 | 52,5 | 19 | 14,0 | 4,9 | 24,8 | 55,1 | 20 | 13,6 | 4,4 | 25,0 |
| 95/099/748 | 40,3 | 19 | 13,4 | 5,3 | 23,7 | 51,0 | 16 | 14,8 | 5,3 | 23,5 |
| 95/099/790 | 56,3 | 18 | 13,6 | 5,0 | 27,6 | 54,5 | 19 | 16,4 | 5,0 | 26,0 |
| 95/100/709 | 54,2 | 16 | 10,4 | 5,5 | 41,0 | 58,5 | 15 | 12,5 | 5,2 | 37,3 |
| 95/100/713 | 46,6 | 17 | 9,8 | 5,2 | 38,7 | 45,4 | 18 | 10,4 | 5,2 | 39,6 |
| 95/100/722 | 28,9 | 17 | 13,0 | 5,6 | 37,4 | 18,1 | 17 | 10,3 | 4,9 | 33,2 |
| 95/100/760 | 59,5 | 17 | 8,9 | 3,7 | 22,7 | 51,8 | 19 | 9,4 | 3,9 | 22,8 |
| 95/100/787 | 56,2 | 21 | 12,2 | 4,7 | 36,0 | - | - | - | - | - |
| 95/100/804 | 49,6 | 22 | 8,2 | 4,9 | 34,2 | 45,7 | 20 | 9,2 | 5,2 | 34,0 |
| 95/103/728 | 59,9 | 17 | 10,9 | 3,7 | 32,2 | 63,4 | 17 | 11,5 | 4,0 | 32,0 |
| 95/103/758 | 56,4 | 19 | 8,5 | 6,7 | 26,4 | 50,9 | 20 | 8,3 | 6,4 | 25,5 |

α - und β -Säuren in % lfr.

Cohumulon in % der α -Säuren

Die Stämme der Stammesvorprüfung 2000 zeichnen sich durch eine gute Mehлтаuresistenz aus. Allerdings erreichen nur wenige Stämme Erträge und α -Säurenwerte, die über den Vergleichssorten liegen.

4.1.3.4 Stammesprüfung 99 Hüll und Rohrbach

Tabelle 4.6: Ergebnisse der Ernte 2002

| Stamm/Sorte | Ertrag Ztr./ha | Aroma 1-30 | α- Säuren | β- Säuren | Cohu- mulon | Ertrag Ztr./ha | Aroma 1-30 | α- Säuren | β- Säuren | Cohu- mulon |
|--------------|-------------------|---------------|--------------|--------------|----------------|-------------------|---------------|--------------|--------------|----------------|
| | | | | | | | | | | |
| Hall. Trad. | 43,5 | 27 | 7,0 | 5,7 | 24,7 | 34,9 | 26 | 6,7 | 5,5 | 24,1 |
| Hall. Magnum | 37,9 | 22 | 15,4 | 7,7 | 27,7 | 50,5 | 22 | 14,3 | 7,0 | 25,8 |
| Hall. Taurus | 44,1 | 22 | 17,2 | 5,5 | 22,3 | 46,8 | 21 | 17,5 | 5,4 | 23,3 |
| Phoenix | 19,3 | 22 | 13,0 | 5,8 | 26,4 | 22,3 | 19 | 12,8 | 5,8 | 25,5 |
| Wye Target | 60,9 | 19 | 11,9 | 5,0 | 36,6 | 55,9 | 19 | 12,5 | 5,6 | 36,6 |
| 94/022/045 | 37,3 | 26 | 5,4 | 4,2 | 23,8 | 41,6 | 24 | 5,7 | 4,9 | 24,3 |
| 94/041/019 | 55,8 | 27 | 6,5 | 4,5 | 14,6 | 54,8 | 27 | 5,6 | 4,1 | 16,2 |
| 94/045/001 | 47,1 | 26 | 8,2 | 5,5 | 18,2 | 41,2 | 27 | 7,7 | 5,8 | 17,5 |
| 94/057/779 | 71,1 | 23 | 12,5 | 5,5 | 23,0 | 59,8 | 22 | 11,2 | 5,6 | 21,6 |
| 94/075/733 | 63,2 | 21 | 14,8 | 7,4 | 23,4 | 56,4 | 21 | 15,3 | 7,1 | 23,9 |
| 94/075/806 | 41,7 | 21 | 12,8 | 8,5 | 24,9 | 41,8 | 19 | 14,1 | 7,8 | 24,5 |
| 95/089/735 | 24,2 | 16 | 6,4 | 8,0 | 17,6 | 35,7 | 17 | 6,1 | 8,8 | 19,4 |
| 95/090/718 | 45,3 | 22 | 9,8 | 4,7 | 26,7 | 41,9 | 21 | 9,3 | 4,7 | 25,9 |
| 95/094/721 | 63,0 | 20 | 14,1 | 6,3 | 33,7 | 62,4 | 23 | 13,7 | 6,0 | 34,1 |
| 95/094/730 | 63,9 | 20 | 13,9 | 5,6 | 27,4 | 56,9 | 21 | 14,8 | 5,5 | 27,7 |
| 95/094/741 | 63,0 | 22 | 13,6 | 4,8 | 35,1 | 48,0 | 20 | 13,3 | 4,8 | 36,4 |
| 95/094/744 | 43,2 | 19 | 8,5 | 4,2 | 24,4 | 45,3 | 21 | 8,3 | 4,4 | 24,1 |
| 95/094/769 | 42,0 | 20 | 14,4 | 5,2 | 29,8 | 38,4 | 21 | 15,1 | 5,0 | 30,1 |
| 95/094/793 | 48,9 | 19 | 14,2 | 5,1 | 30,0 | 48,4 | 21 | 15,1 | 5,1 | 30,4 |
| 95/094/816 | 72,2 | 21 | 17,3 | 6,0 | 36,6 | 68,1 | 22 | 18,5 | 5,8 | 36,3 |
| 95/103/735 | 58,4 | 23 | 15,3 | 6,2 | 25,9 | 55,5 | 22 | 15,1 | 6,0 | 22,5 |
| 95/103/743 | 59,2 | 23 | 15,7 | 4,7 | 24,7 | 57,4 | 22 | 13,6 | 4,3 | 25,8 |
| 95/110/743 | 42,3 | 22 | 13,0 | 4,7 | 28,5 | 41,7 | 21 | 13,2 | 4,7 | 27,9 |
| 95/110/747 | 20,3 | 20 | 9,6 | 4,6 | 23,4 | 27,9 | 21 | 9,8 | 4,1 | 23,2 |

α- und β-Säuren in % lfr.

Cohumulon in % der α-Säuren

Im Aromabereich ist nur der Zuchtstamm 94/041/019 interessant. Er zeichnet sich durch ein hohes Ertragspotenzial, feines Aroma und niedrige Cohumulonwerte aus. Bei den Bitterstämmen zeigen viele Zuchtlinien ein sehr hohes Ertragspotenzial.

4.1.3.5 Stammesprüfung 98 Hüll und Rohrbach

Tabelle 4.7: Ergebnisse der Ernte 2002

| Stamm/Sorte | Ertrag Ztr./ha | Aroma 1-30 | α- Säuren | β- Säuren | Cohu- mulon | Ertrag Ztr./ha | Aroma 1-30 | α- Säuren | β- Säuren | Cohu- mulon |
|--------------|-------------------|---------------|--------------|--------------|----------------|-------------------|---------------|--------------|--------------|----------------|
| | | | | | | | | | | |
| Hall. Magnum | 41,8 | 22 | 14,9 | 7,4 | 27,9 | 50,9 | 22 | 13,9 | 6,6 | 26,4 |
| Hall. Taurus | 35,0 | 21 | 17,6 | 5,7 | 22,4 | 55,0 | 22 | 13,8 | 4,0 | 24,2 |
| Nugget | 47,4 | 21 | 12,4 | 5,0 | 26,7 | 65,5 | 21 | 11,8 | 4,5 | 27,3 |
| Wye Target | 58,2 | 19 | 11,0 | 4,8 | 36,4 | 48,9 | 20 | 10,7 | 4,8 | 36,6 |
| 93/015/751 | 63,6 | 20 | 13,3 | 8,6 | 50,5 | - | - | - | - | - |
| 93/015/766 | 38,5 | 19 | 9,3 | 8,1 | 34,6 | - | - | - | - | - |
| 93/018/772 | 31,1 | 17 | 12,7 | 7,0 | 38,5 | - | - | - | - | - |
| 93/019/740 | 49,3 | 21 | 13,2 | 5,3 | 27,3 | - | - | - | - | - |
| 93/023/744 | 38,0 | 20 | 13,9 | 6,6 | 29,9 | 57,1 | 20 | 11,5 | 5,9 | 32,9 |
| 93/023/763 | 53,6 | 21 | 13,3 | 6,3 | 22,9 | - | - | - | - | - |
| 93/025/701 | 35,3 | 19 | 10,1 | 7,3 | 22,8 | - | - | - | - | - |
| 93/026/706 | 50,1 | 18 | 10,7 | 5,7 | 22,1 | 41,1 | 21 | 10,5 | 4,6 | 24,9 |
| 93/026/706 | 54,3 | 18 | 11,6 | 5,8 | 21,8 | - | - | - | - | - |
| 93/034/765 | 46,5 | 21 | 12,1 | 4,4 | 22,5 | 41,7 | 22 | 13,0 | 3,8 | 24,4 |
| 93/034/766 | 47,7 | 21 | 12,2 | 4,2 | 23,4 | 31,1 | 17 | 10,0 | 4,3 | 24,4 |
| 93/034/783 | 37,6 | 21 | 8,7 | 4,2 | 25,8 | - | - | - | - | - |
| 93/104/702 | 23,3 | 18 | 13,7 | 6,0 | 37,0 | - | - | - | - | - |
| 94/057/720 | 61,8 | 21 | 11,7 | 6,4 | 25,3 | 74,6 | 22 | 10,8 | 5,7 | 25,4 |
| 94/057/735 | 57,0 | 22 | 11,8 | 5,1 | 37,3 | 62,5 | 23 | 11,3 | 4,6 | 37,9 |
| 94/057/832 | 51,7 | 22 | 13,6 | 5,6 | 25,6 | 47,3 | 22 | 13,7 | 5,7 | 25,9 |
| 94/074/025 | 43,1 | 20 | 12,7 | 6,8 | 22,8 | 40,1 | 21 | 11,5 | 6,1 | 22,5 |
| 94/075/031 | 30,8 | 22 | 9,0 | 5,7 | 18,0 | 27,7 | 22 | 8,2 | 5,7 | 17,5 |
| 94/075/064 | 15,3 | 21 | 15,5 | 8,5 | 23,8 | 41,3 | 21 | 14,9 | 8,4 | 22,2 |
| 94/075/720 | 44,6 | 20 | 8,8 | 8,9 | 17,0 | 44,0 | 20 | 7,8 | 9,4 | 15,8 |
| 94/075/734 | 44,6 | 22 | 11,4 | 7,9 | 16,9 | 49,3 | 22 | 10,0 | 7,9 | 16,1 |
| 94/075/754 | 32,5 | 21 | 14,3 | 7,8 | 19,2 | 43,2 | 22 | 14,0 | 8,5 | 18,6 |
| 94/075/758 | 41,9 | 20 | 15,2 | 8,3 | 19,5 | 54,8 | 20 | 15,7 | 7,9 | 20,8 |
| 94/075/762 | 28,8 | 20 | 9,1 | 6,9 | 25,0 | 37,2 | 21 | 9,7 | 7,6 | 24,4 |
| 94/075/766 | 52,1 | 20 | 16,7 | 7,4 | 26,8 | 57,8 | 21 | 16,3 | 6,8 | 26,3 |
| 94/075/767 | 44,1 | 21 | 12,4 | 5,5 | 19,3 | 56,0 | 21 | 13,9 | 5,6 | 20,5 |

α- und β-Säuren in % lfr.

Cohumulon in % der α-Säuren

Die Stammesvorprüfung 98 wurde 2002 zum vierten Mal beerntet und wird damit abgeschlossen. Die besten Ergebnisse erbrachten zwei Zuchtstämme aus der Kreuzung 94/075, die in der Hauptprüfung und in den Anbauprüfungen weiter getestet werden. Sie sind in Tabelle 4.8 im Vergleich zu den Standardsorten Hallertauer Magnum und Hallertauer Taurus dargestellt.

Tabelle 4.8: Durchschnitt der Ergebnisse aussichtsreicher Stämme der Ernten 1999 – 2002 im Vergleich zu Hall. Magnum und Hall. Taurus

| Stamm/Sorte | Ertrag Ztr./ha | Aroma 1-30 | α - Säuren | β - Säuren | Cohu- mulon | | | | | |
|-----------------------|-------------------|---------------|----------------------|---------------------|----------------|---------------------------|---------------|----------------------|---------------------|----------------|
| | | | | | | Ertrag Ztr./ha | Aroma 1-30 | α - Säuren | β - Säuren | Cohu- mulon |
| Hüll (lehmiger Boden) | | | | | | Rohrbach (sandiger Boden) | | | | |
| Hall. Magnum | 32,0 | 22,5 | 13,5 | 6,9 | 25,8 | 38,8 | 22,0 | 14,0 | 7,2 | 26,5 |
| Hall. Taurus | 33,2 | 21,0 | 16,2 | 5,3 | 21,7 | 44,4 | 21,3 | 15,7 | 5,0 | 23,0 |
| 94/075/758 | 38,5 | 20,0 | 15,9 | 7,7 | 20,1 | 52,0 | 20,0 | 16,8 | 8,0 | 20,5 |
| 94/075/766 | 43,1 | 20,0 | 16,6 | 6,7 | 25,9 | 46,8 | 20,8 | 16,9 | 6,6 | 26,9 |

α - und β -Säuren in % lfr.

Cohumulon in % der α -Säuren

4.1.4 Ergebnisse der Hauptprüfungen

4.1.4.1 Hauptprüfung 2000 Rohrbach

Tabelle 4.9: Ergebnisse der Ernte 2002

| Stamm/Sorte | Ertrag Ztr./ha | Aroma 1-30 | α - Säuren | β - Säuren | Cohumulon |
|---------------------|-------------------|---------------|----------------------|---------------------|-----------|
| Aroma- | | | | | |
| Hall. Tradition | 50,6 | 27 | 6,3 | 5,3 | 24,0 |
| 91/013/025 | 50,3 | 27 | 7,5 | 7,4 | 15,8 |
| 91/024/015 | 32,9 | 27 | 5,1 | 5,3 | 14,9 |
| 91/033/015 | 35,7 | 27 | 5,9 | 3,4 | 14,0 |
| Bitterstämme | | | | | |
| Hall. Taurus | 55,6 | 22 | 17,0 | 5,3 | 22,3 |
| Hall. Merkur | 42,1 | 23 | 13,6 | 7,0 | 17,9 |
| 93/010/034 | 49,0 | 23 | 13,4 | 4,5 | 21,6 |
| 93/010/036 | 69,6 | 23 | 15,8 | 5,8 | 26,3 |
| 93/010/063 | 68,7 | 22 | 14,2 | 6,6 | 29,4 |
| 93/024/733 | 42,4 | 23 | 12,7 | 5,5 | 26,7 |
| 94/075/758 | 50,9 | 21 | 15,8 | 7,7 | 21,3 |
| 94/075/761 | 50,7 | 22 | 15,5 | 6,4 | 14,0 |
| 94/075/766 | 57,4 | 22 | 15,8 | 6,6 | 25,3 |
| 95/094/721 | 63,7 | 21 | 12,3 | 5,1 | 33,6 |
| 95/094/730 | 60,8 | 22 | 14,9 | 5,4 | 26,7 |
| 95/094/850 | 54,1 | 22 | 13,8 | 5,2 | 23,7 |

α - und β -Säuren in % lfr.

Cohumulon in % der α -Säuren

4.1.4.2 Hauptprüfung 2001 Rohrbach

Tabelle 4.10: Ergebnisse der Ernte 2002

| Stamm/ Sorte | Ertrag Ztr./ha | Aroma 1-30 | α - Säuren | β - Säuren | Cohumulon |
|---------------------|-------------------|---------------|----------------------|---------------------|-----------|
| Bitterstämme | | | | | |
| Hall. Merkur | 45,2 | 23 | 12,7 | 6,4 | 17,8 |
| 94/075/248 | 55,0 | 21 | 12,3 | 9,1 | 19,9 |
| 94/075/806 | 51,8 | 20 | 12,9 | 8,6 | 24,7 |
| 95/094/741 | 61,6 | 23 | 13,4 | 4,8 | 35,6 |
| 95/094/769 | 47,6 | 22 | 14,7 | 5,0 | 27,9 |
| 95/094/816 | 76,4 | 22 | 15,9 | 5,2 | 35,2 |
| 95/094/834 | 54,1 | 22 | 14,9 | 5,6 | 34,7 |
| 95/099/790 | 60,9 | 22 | 14,4 | 5,0 | 26,7 |

α - und β -Säuren in % lfr.

Cohumulon in % der α -Säuren

In die beiden Hauptprüfungen 2000 und 2001 wurden die interessantesten Zuchtstämme der Stammesprüfungen 1997 – 2000 aufgenommen. Da beide Prüfungen zum ersten Mal voll beerntet wurden, sind die Ergebnisse vergleichbar.

Von den drei geprüften Aromazuchtstämmen erscheint der Stamm 91/013/025 am interessantesten. Neben einem hohen Ertragspotenzial und guten Analysendaten zeichnet er sich außerdem durch günstige agronomische Eigenschaften aus.

Besonders aussichtsreich erscheinen die Bitterstämme 93/010/036 und 95/094/816. Beide Zuchtstämme erbrachten bereits in den letzten Jahren stabil hohe Erträge und α -Säurewerte.

4.1.5 Ergebnisse der Praxisanbauprüfungen

4.1.5.1 Aroma- und Bitterstämme auf dem Betrieb Schwarzmeier Rohrbach

Tabelle 4.11: Ergebnisse der Ernte 2002

| Stamm | Pflanzjahr | Ertrag Ztr./ha | Aroma 1-30 | α -Säuren | β -Säuren | Cohumulon | Mehltau-resistenz |
|---------------------|------------|----------------|------------|------------------|-----------------|-----------|-------------------|
| Aromastämme | | | | | | | |
| Hall. Tradition | 1989 | 29,7 | 27 | 5,9 | 4,7 | 27,7 | - |
| Perle | 1989 | 29,5 | 26 | 7,2 | 4,2 | 31,9 | - |
| Saphir | 2001 | 24,5 | 27 | 2,9 | 5,6 | 12,8 | - |
| 83/069/008 | 2001 | 25,4 | 28 | 5,8 | 5,1 | 22,3 | - |
| 87/024/055 | 1997 | 34,9 | 26 | 6,2 | 5,2 | 13,4 | - |
| 87/024/056 | 2000 | 30,8 | 26 | 8,1 | 5,4 | 15,6 | - |
| 89/002/025 | 2001 | 27,2 | 27 | 8,4 | 6,4 | 22,0 | - |
| 90/024/032 | 2000 | 33,5 | 27 | 5,5 | 8,7 | 18,4 | - |
| 91/013/025 | 2000 | 40,8 | 26 | 6,7 | 6,8 | 20,0 | - |
| 91/033/015 | 2000 | 25,1 | 27 | 6,2 | 3,4 | 16,6 | - |
| 91/059/025 | 2001 | 54,1 | 23 | 9,8 | 3,5 | 18,0 | - |
| Bitterstämme | | | | | | | |
| Hall. Taurus | 1994 | 49,6 | 23 | 15,2 | 4,9 | 24,9 | - |
| Hall. Magnum | 1989 | 39,6 | 23 | 12,7 | 6,4 | 27,1 | - |
| Hall. Merkur | 1995 | 35,8 | 22 | 13,4 | 6,1 | 20,1 | + |
| 93/010/036 | 2000 | 58,3 | 23 | 13,7 | 5,2 | 27,5 | + |
| 93/010/063 | 2000 | 55,3 | 23 | 13,3 | 6,2 | 32,0 | + |
| 94/075/758 | 2000 | 51,0 | 21 | 15,7 | 7,7 | 22,5 | + |
| 94/075/761 | 2000 | 33,5 | 22 | 14,3 | 6,6 | 16,5 | + |
| 94/075/766 | 2000 | 50,8 | 21 | 14,8 | 6,8 | 28,3 | + |
| 95/094/721 | 2000 | 55,2 | 23 | 13,0 | 5,2 | 32,2 | + |
| 95/094/730 | 2000 | 54,7 | 23 | 12,6 | 5,0 | 26,3 | + |
| 95/094/766 | 1999 | 55,4 | 22 | 10,6 | 4,0 | 31,5 | + |
| 95/094/816 | 2001 | 56,6 | 22 | 12,6 | 4,4 | 38,7 | + |

α - und β -Säuren in % lfr.

Cohumulon in % der α -Säuren

Die Anbauprüfung Schwarzmeier wurde in den letzten Jahren weitgehend erneuert. Die Aussagekraft der diesjährigen Ergebnisse ist leider durch Kupferschäden beeinträchtigt. Die langanhaltenden Niederschläge senkten den bereits niedrigen pH-Wert in der oberen Bodenschicht zusätzlich ab. Dadurch frei werdendes Kupfer verursachte in Teilen des Versuches deutliche Pflanzenschäden. Sowohl die Erträge als auch die α -Säurenwerten wurden beeinträchtigt. Besonders betroffen waren die Aromasorten und –zuchtstämme. Im Bitterbereich zeigte die Sorte Hall. Merkur die stärksten Schadsymptome.

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

Tabelle 4.12: Ergebnisse der Ernte 2002

| Stamm/Sorte | Pflanz-jahr | Ertrag Ztr./ha | Aroma 1-30 | α -Säuren | β -Säuren | Cohumulon |
|-------------|-------------|----------------|------------|------------------|-----------------|-----------|
| Saphir | 1994 | 39,8 | 27 | 4,4 | 7,7 | 11,8 |
| 83/069/008 | 1994 | 42,4 | 28 | 6,4 | 6,3 | 18,0 |
| 87/024/003 | 1994 | 43,1 | 26 | 8,6 | 6,3 | 13,9 |
| 87/024/055 | 1994 | 42,1 | 26 | 7,7 | 5,3 | 12,2 |
| 87/024/056 | 1994 | 51,7 | 25 | 9,6 | 6,1 | 13,0 |
| 89/002/025 | 1994 | 39,2 | 27 | 9,2 | 7,0 | 18,9 |
| 91/013/025 | 2001 | 48,0 | 25 | 9,5 | 7,9 | 15,0 |
| 91/033/015 | 2001 | 28,1 | 27 | 8,3 | 3,9 | 14,4 |
| 93/053/033 | 1999 | 45,0 | 25 | 8,6 | 7,8 | 20,4 |
| 93/059/005 | 1999 | 50,3 | 25 | 5,9 | 8,2 | 20,8 |
| 93/081/013 | 1999 | 51,3 | 26 | 6,3 | 6,9 | 20,7 |
| 93/088/003 | 1999 | 42,6 | 25 | 4,4 | 6,8 | 20,7 |
| 93/100/059 | 1999 | 31,1 | 23 | 13,1 | 9,3 | 18,0 |
| 94/075/240 | 1999 | 52,5 | 18 | 15,2 | 7,4 | 19,6 |
| 94/075/734 | 1999 | 48,4 | 23 | 10,8 | 7,4 | 17,7 |
| 94/075/758 | 2001 | 52,0 | 21 | 16,7 | 8,4 | 21,0 |
| 94/075/761 | 1999 | 40,5 | 22 | 15,1 | 6,5 | 13,7 |
| 96/001/024 | 2001 | 38,5 | 25 | 5,1 | 7,6 | 19,5 |
| 96/008/014 | 2001 | 49,1 | 25 | 6,2 | 9,7 | 17,1 |
| 96/030/011 | 2001 | 53,9 | 25 | 4,5 | 9,7 | 14,7 |
| Glacier | 2001 | - | 26 | 6,7 | 8,9 | 10,9 |
| Horizon | 2001 | - | 21 | 11,2 | 5,7 | 20,8 |

α - und β -Säuren in % lfr.

Cohumulon in % der α -Säuren

In dieser Prüfung werden laufend Zuchtstämme, die den brautechnologischen Anforderungen nicht entsprechen, durch neue ersetzt.

4.1.5.3 Aroma- und Bitterstämme auf dem Betrieb Pichlmeyer Grafendorf

Tabelle 4.13: Ergebnisse der Ernte 2002

| Stamm/Sorte | Ertrag Ztr./ha | Aroma 1-30 | α - Säuren | β - Säuren | Cohumulon | Mehltau- resistenz |
|---------------------|-------------------|---------------|----------------------|---------------------|-----------|-----------------------|
| Aromastämme | | | | | | |
| Saphir | 42,6 | 27 | 3,4 | 6,7 | 11,8 | - |
| 87/024/055 | 53,1 | 25 | 7,6 | 6,1 | 13,3 | - |
| 87/024/056 | 40,7 | 25 | 9,4 | 6,4 | 13,9 | - |
| 90/024/032 | 30,7 | 26 | 4,8 | 7,7 | 17,5 | - |
| 91/019/001 | 35,4 | 26 | 3,0 | 4,8 | 34,1 | - |
| 91/020/045 | 31,3 | 28 | 5,8 | 6,2 | 21,1 | - |
| 92/011/068 | 35,2 | 26 | 4,0 | 7,0 | 26,1 | - |
| Bitterstämme | | | | | | |
| Hall. Magnum | 44,0 | 22 | 14,3 | 6,4 | 26,3 | - |
| Hall. Taurus | 44,6 | 22 | 17,8 | 5,9 | 22,4 | - |
| Hall. Merkur | 43,2 | 22 | 14,1 | 7,5 | 18,7 | + |
| Nugget | 57,2 | 21 | 12,7 | 5,4 | 28,0 | - |
| Wye Target | 59,2 | 19 | 12,2 | 6,2 | 36,3 | + |
| 90/061/009 | 51,0 | 22 | 10,2 | 7,2 | 27,4 | - |
| 91/045/021 | 61,3 | 21 | 16,1 | 5,3 | 21,3 | - |
| 91/059/025 | 39,3 | 24 | 11,1 | 4,9 | 17,2 | - |
| 92/085/766 | 32,4 | 17 | 15,0 | 9,8 | 19,8 | - |
| 93/010/004 | 66,0 | 22 | 14,6 | 6,0 | 29,1 | + |
| 93/010/017 | 65,9 | 21 | 13,3 | 7,0 | 22,0 | + |
| 93/010/034 | 65,6 | 21 | 15,6 | 5,6 | 24,5 | + |
| 93/010/036 | 59,8 | 23 | 16,4 | 6,3 | 27,7 | + |
| 93/010/063 | 59,1 | 22 | 14,3 | 6,7 | 31,2 | + |
| 93/010/063 | 58,5 | 23 | 14,1 | 7,2 | 32,7 | + |
| 93/024/733 | 61,7 | 20 | 12,8 | 5,5 | 31,0 | + |
| 94/075/758 | 40,6 | 21 | 16,8 | 8,9 | 21,4 | + |
| 94/075/758 | 57,9 | 21 | 16,1 | 9,3 | 22,0 | + |
| 94/075/761 | 68,7 | 22 | 14,8 | 6,6 | 15,6 | + |
| 94/075/766 | 56,7 | 22 | 15,0 | 6,3 | 26,9 | + |
| 94/075/766 | 43,6 | 22 | 15,3 | 7,2 | 27,2 | + |
| 95/094/721 | 68,5 | 21 | 12,6 | 5,5 | 32,3 | + |
| 95/094/730 | 70,4 | 22 | 14,4 | 5,7 | 27,8 | + |
| 95/094/730 | 52,8 | 22 | 14,3 | 5,9 | 27,8 | + |
| 95/094/816* | 57,7 | 22 | 15,5 | 5,6 | 37,5 | + |
| 95/094/834 | 30,2 | 21 | 14,7 | 5,5 | 35,9 | + |
| 95/094/850 | 50,4 | 21 | 15,0 | 5,7 | 25,9 | + |

α - und β -Säuren in % lfr.

Cohumulon in % der α -Säuren

* 2001 angepflanzt, 1 Aufleitung pro Stock

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

Tabelle 4.14: Ergebnisse der Ernten 1998 – 2002 am Standort Apolda

| Stamm/Sorte | Pflanz-jahr | Ertrag (Ztr./ha) | | | | α-Säuren | | | |
|---------------------|-------------|------------------|------|------|------|----------|------|------|------|
| | | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
| Aromastämme | | | | | | | | | |
| Perle | 1988 | 50,2 | 34,0 | 26,6 | 31,3 | 8,4 | 7,1 | 7,4 | 8,2 |
| 87/024/055 | 1997 | 44,8 | 32,6 | 29,1 | 30,7 | 5,3 | 6,1 | 4,8 | 5,9 |
| 87/024/056 | 1996 | 48,6 | 32,6 | 25,9 | 32,2 | 7,6 | 8,0 | 8,3 | 7,7 |
| 91/059/025 | 1996 | 43,6 | 38,4 | 30,1 | 39,5 | 9,1 | 8,9 | 8,3 | 7,3 |
| Bitterstämme | | | | | | | | | |
| Northern Brewer | 1988 | 43,0 | 29,0 | 30,4 | 37,5 | 9,3 | 8,6 | 7,7 | 8,1 |
| Nugget | 1988 | 53,0 | 49,6 | 29,2 | 46,8 | 9,8 | 12,7 | 8,9 | 10,8 |
| Hall. Magnum | 1992 | 55,2 | 40,8 | 36,0 | 35,5 | 13,7 | 17,1 | 12,9 | 14,0 |
| Hall. Merkur | 1996 | 47,2 | 41,8 | 35,2 | 34,4 | 13,0 | 15,5 | 12,8 | 12,0 |
| Hall. Taurus | 1996 | 28,4 | -* | -* | -* | 14,5 | 15,7 | 13,8 | 14,3 |
| 90/061/009 | 1994 | 37,6 | 26,2 | 27,1 | 29,0 | 8,6 | 11,1 | 13,6 | 12,7 |
| 93/010/004 | 1996 | 52,4 | 46,0 | 42,5 | 33,0 | 13,9 | 14,7 | 11,6 | 10,9 |
| 93/010/017 | 1996 | 53,8 | 45,4 | 37,6 | 40,6 | 11,9 | 12,2 | 12,7 | 11,7 |

α-Säuren in % lfr.

*keine Ertragsermittlung wegen starker Stockfäule

Im Frühjahr 2002 werden am Standort Apolda 10 erfolgversprechende Hüller Zuchtstämme neu angepflanzt.

4.1.6 Sammlung und Testung von Wildhopfen

4.1.6.1 Wildhopfensammlung

Die Sammlung von Wildhopfen wurde im Herbst 2001 mit 15 neuen Herkünften fortgeführt. Neben Proben aus ganz Deutschland kamen Wildhopfen aus Finnland, der Türkei und Japan zum Anbau. Bei acht der 15 neuen Herkünfte konnten mehltaresistente Pflanzen selektiert werden.

4.1.6.2 Testung der Wildhopfen 2002

Im März 2002 wurden etwa 500 Sämlinge in einem isolierten Hopfengarten ausgepflanzt, um sie einige Jahre auf ihre agrotechnischen Eigenschaften sowie Krankheitsresistenz, Erträge und Inhaltsstoffe zu testen. Die restlichen mehltaresistenten Sämlinge wurden an andere Hopfenforschungseinrichtungen abgegeben.

4.1.7 Mehltaresistenzzüchtung

4.1.7.1 Verbesserte Mehltaresistenztestung der Sämlinge im Gewächshaus

Im Frühjahr 2002 wurden erstmals für die Mehltaresistenzprüfung im Gewächshaus Mehltaurassen definierter Virulenz eingesetzt. Von EpiLogic wurden Anfang Februar vier Mehltauisolate, die das für die Hallertau typische Virulenzspektrum repräsentieren, vermehrt und für die Inokulation im Gewächshaus bereitgestellt. Annähernd 100 000 Sämlinge aus verschiedenen Kreuzungen wurden in der Zeit von Februar bis April im Gewächshaus auf ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Echtem Mehltau getestet. Durch die Verwendung von Mehltaustämmen mit charakterisierten Virulenzeigenschaften konnte erstmals sichergestellt werden, dass tatsächlich mit Mehltaurassen geprüft wurde, die im Hallertauer Hopfengebiet vorherrschen. Außerdem konnte durch die im Labor vermehrten Mehltauisolate der Infektionsdruck im Gewächshaus recht hoch gehalten werden. Die Selektion der Sämlinge im Gewächshaus war somit im Vergleich zu früheren Jahren viel zuverlässiger und aussagekräftiger. Auch im Februar 2003 wurden diese Mehltauisolate wieder von EpiLogic zur Verfügung gestellt und für das Resistenzscreening der Sämlinge im Gewächshaus eingesetzt.

4.1.7.2 Umfangreiche Untersuchungen zur Mehltaresistenz im Hüller Zuchtmaterial – Prüfungen im Gewächshaus und im Labor

134 Sämlinge, Zuchtlinien und ausländische Sorten wurden 2002 im Gewächshaus und parallel dazu im Labor mit dem von EpiLogic und der LBP erarbeiteten Mehltauinfektions- und -prüfsystem in der Petrischale auf ihre Mehltaresistenz hin untersucht. Durch diese gleichzeitige Resistenzprüfung im Gewächshaus und im Labor konnten Resistenzaussagen verifiziert und durch das EpiLogic-Prüfsystem zusätzlich hinsichtlich des wirksamen Resistenzgenes präzisiert werden.

Für das Gewächshaus-Screening wurden die vier oben genannten Mehltauisolate als Infektionsmaterial eingesetzt, womit auf Resistenz gegenüber allen in der Hallertau auftretenden Mehltaupathotypen geprüft wurde. Im Labor wurden für die Resistenztestung die Hallertauer Isolate und zusätzlich eines aus England eingesetzt. Mit dem englischen Isolat wurden die Hopfen auf ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber den Virulenzen v1 und v2 untersucht.

Während bei der Resistenzprüfung der wenige Wochen alten Sämlinge im Gewächshaus in der Regel lediglich auf Anfälligkeit oder Resistenz getestet wird, wurde bei diesen 134 Sämlingen, Zuchtlinien und Sorten, eine sehr viel genauere Bonitur vorgenommen. Über einen Zeitraum von etwa einem Monat wurden die Pflanzen zweimal auf Mehltaubefall hin untersucht. Die Kriterien für die Boniturnoten 0-9 sind in Tabelle 4.15 zusammengefasst.

Deutliche Unterschiede in der Reaktion der jeweiligen Hopfensorten oder Zuchtlinien nach Mehltaubefall wurden festgestellt. Verzögerte Symptomsausprägung, abgeschwächte Befallsintensität, starke oder geringe Sporulation auf den Hopfenblättern der jeweiligen Sorten /Zuchtlinien sind wichtige Beobachtungen, die bei Empfehlungen für einen gezielten Einsatz von Fungiziden zur Mehltaubekämpfung im Feld mitberücksichtigt werden müssen.

Im Labor wurde jeweils ein Blattpaar im empfindlichsten Stadium (1. oder 2. Knoten) zur Mehltaresistenztestung eingesetzt. Die Beurteilungskriterien für mehltauanfällige bzw. resistente Hopfen sind in Tabelle 4.16 dargestellt. Die Ergebnisse der parallel durchgeführten Resistenzprüfungen im Gewächshaus und im Labor mit dem Petrischalen-Infektionssystem zeigten mit nur wenigen Ausnahmen mit den Hallertauer Mehltau-Isolaten eine sehr gute Übereinstimmung.

Sehr vorteilhaft war es, dass im Labor mit Mehltau-Pathotypen (z.B. Isolate mit v1- und v2-Virulenzen) geprüft werden konnte, die in Deutschland noch nicht auftreten und daher niemals im Gewächshaus zum Testen verwendet werden würden. So konnten gegenüber dem Gewächshaustest bedeutende neue Erkenntnisse zur Wirksamkeit der Resistenz außerhalb von Deutschland gewonnen werden. Einige Zuchtstämme und auch Sorten zeigten weder mit den Hallertauer Mehltaurassen noch mit den englischen Mehltäustämmen Befall und werden deshalb als vielversprechende Resistenzträger eingeschätzt.

Tabelle 4.15: Beurteilung der Mehltaresistenz im Gewächshaus

| Boniturnote | Mehltauentwicklung auf Hopfenblättern |
|-------------|---|
| 0* | ohne Befall |
| 1* | sehr wenige Infektionsstellen, die nur ger. Aufhellungen zeigen |
| 2 | sehr wenige deutlich sichtbare Infektionsstellen ohne Myzel |
| 3 | Infektionsstellen häufiger, kein bzw. kaum Myzel |
| 4 | wenige Infektionen, weißes Myzel mit geringer Sporulation |
| 5 | viele Infektionen mit deutlicher Myzelbildung und Sporulation |
| 6 | viele Pusteln mit starker Myzelbildung und Sporulation |
| 7 | sehr viele Pusteln und starke Sporulation |
| 8 | sehr viele Pusteln und starke Sporulation, Stängelbefall |
| 9 | extremer Befall, Wuchs beeinträchtigt |

* Einstufung als mehltaresistent

Tabelle 4.16: Beurteilung der Mehltaresistenz im Labor

| Bonitur | Mehltauentwicklung auf Hopfenblatt in der Petrischale |
|-------------------|--|
| 0* | ohne Befall |
| 0,1*- 0,2* | 10 - 20% der Sporulation der anfälligen Vergleichssorte (NB oder HM) |
| 0,3 - 0,6 | 30 - 60% der Sporulation der anfälligen Vergleichssorte (NB oder HM) |
| 0,7 - 0,9 | 70 - 90% der Sporulation der anfälligen Vergleichssorte (NB oder HM) |
| 1 | starke Sporulation, wie anfällige Vergleichssorte |

* Einstufung als mehltaresistent

Bei jedem Petrischalen-Test wurde dem Blättchen mit den stärksten Befallssymptomen, in der Regel der Kontrolle („Northern Brewer“ oder „Hallertauer Magnum“) die Boniturnote 1 (= 100 % Befall) gegeben. Die Blättchen der zu prüfenden Genotypen zeigten keinen sichtbaren Mehltaubefall oder mehr oder weniger stark ausgeprägten Befall und wurden dann in Relation zur Kontrolle mit der Befallsstärke 0 %, 10 %, ..90 % und der Boniturnote 0 - 0,1 .. und 0,9 bewertet. Bei einem Befall von ≥ 30 % der maximalen Befallsintensität der Kontrolle wird der Genotyp als mehltauanfällig eingestuft.

4.1.7.3 Wildhopfen als vielversprechende Ressource für neue Mehltauresistenzen

In den letzten Jahren wurde in Hüll ein sehr umfangreicher Wildhopfenpool aufgebaut. Wegen seines breiten geographischen Ursprungs (Europa, USA, Japan) wird diese Wildhopfensammlung als wichtige neue genetische Ressource gesehen. Nach ersten Resistenzprüfungen dieser Wildhopfen gegenüber Echtem Mehltau (*Sphaerotheca humuli*) und gegenüber der Hopfenperonospora (*Pseudoperonospora humuli*) im Gewächshaus und in der Vegetationshalle zeigten über 1000 Individuen Widerstandsfähigkeit gegenüber diesen Krankheiten. Eine bessere Charakterisierung und Evaluierung dieser im Wildhopfenpool gefundenen Mehltauresistenzen soll im Rahmen eines von der Wissenschaftlichen Station für Brauerei in München e.V. geförderten Projektes erfolgen. Dabei werden mit dem von EpiLogic und der LBP etablierten Mehltauprüfsystem die bisher als resistent eingestuft Genotypen in der Petrischale mit verschiedenen Mehltaurassen klar definierter Virulenz getestet. Dadurch sollen neuartige, bisher noch nicht bekannte Resistenzgene identifiziert werden, die schließlich zur Einkreuzung und Verbreiterung der genetischen Basis für Mehltauresistenz im Hüller Zuchtmaterial zur Verfügung stehen.

4.1.7.4 Einsatz des Mehltauprüfsystems in der Petrischale in Kombination mit Mehltauisolaten definierter Virulenz

Das von EpiLogic und der LBP etablierte Mehltauinfektions- und Prüfsystems in der Petrischale in Kombination mit den Mehltauisolaten wird bei den verschiedensten Untersuchungen im Zusammenhang mit dem Echten Mehltau eingesetzt (Abb.4.1).

Die Entwicklung des Mehltauinfektions- und Prüfsystems und die Herstellung der Mehltauisolate wurde von der Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft im Rahmen des Projektes Wifö-B52 b finanziell unterstützt.

Mit allen in Abb.4.1 dargestellten Untersuchungen wird ein wichtiger Beitrag zur Resistenzzüchtung wie auch zum integrierten Pflanzenschutz geleistet. Das derzeitig als Inokulationsmaterial weitergeführte Sortiment von 13 verschiedenen Einzelkonidienisolaten von *Sphaerotheca humuli*, die aus England, Frankreich, den USA und aus dem Hallertauer Anbaugebiet stammen, ist in seiner Breite weltweit einzigartig. Dieses Set an Pathotypen erlaubt es, auf fast alle bislang in der Hopfenzüchtung genutzten und bekannten Resistenzgene zu testen.

Abbildung 4.1:

Zwei entscheidende Komponenten für viele Mehltau-Untersuchungen:

- Mehltau-Infektions- und Prüfsystem in der Petrischale
- Mehltauisolate mit definierten Virulenzeigenschaften



Einsatz

- 13 Mehltauisolate mit definierten Virulenzeigenschaften als Infektionsmaterial für Resistenztests im Gewächshaus und Labor
 - Mehltau-Infektions- und Prüfsystem in der Petrischale + Mehltauisolate
- zur zuverlässigen und schnellen Resistenzbonitur bei Kartierpopulationen, Zuchtlinien und Wildhopfen
- zum Nachweis der Wirkung spezifischer Resistenzgene
 - Identifizierung noch wirksamer Resistenzgene für die Züchtung
 - Identifizierung neuer Resistenzquellen bei Wildhopfen
 - DNA-Markeridentifizierung
- für Empfindlichkeitsstudien versch. Entwicklungsstadien von Hopfenblättern, Blüten und Dolden gegenüber Echtem Mehltau

4.1.8 Infektionsverhalten des Echten Mehltaus (*Sphaerotheca humuli*) gegenüber Hopfen in verschiedenen Entwicklungsstadien

Die Effizienz bei der Bekämpfung des Echten Mehltaus muss verbessert werden. Dabei muss die Resistenzzüchtung, die seit Jahren am Hopfenforschungsinstitut sehr intensiv betrieben wird, von einem gezielten und termingerechten Fungizideinsatz unterstützt werden. Im Sinne eines integrierten Pflanzenschutzes ist es daher unbedingt nötig, detaillierte Informationen zum Infektionsvermögen von *Sphaerotheca humuli* gegenüber Hopfen in verschiedenen Entwicklungsstadien zu sammeln. Nur durch umfassende Studien, die zum Ziel haben, die empfindlichsten Blatt- und Doldenstadien zu identifizieren, kann der Einsatz von Spritzmitteln so ziel- und termingerecht wie möglich erfolgen. Um hochanfällige Phasen während der Vegetationsperiode zu erkennen, wurden Blätter, Blüten und Dolden in unterschiedlichen Entwicklungsstadien im Labor auf ihre Anfälligkeit gegenüber Echtem Mehltau untersucht. Grundvoraussetzung für diese Mehltaubefallsstudien war das von EpiLogic und der LBP etablierte miniaturisierte Infektions- und Prüfsystem in der Petrischale.

Die Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft hatte die Erarbeitung des Mehltautestsystems finanziell unterstützt und stellte auch für diese Untersuchungen zur Mehltauempfindlichkeit (Wifö-Projekt Nr. B 52 b) die notwendigen Gelder zur Verfügung.

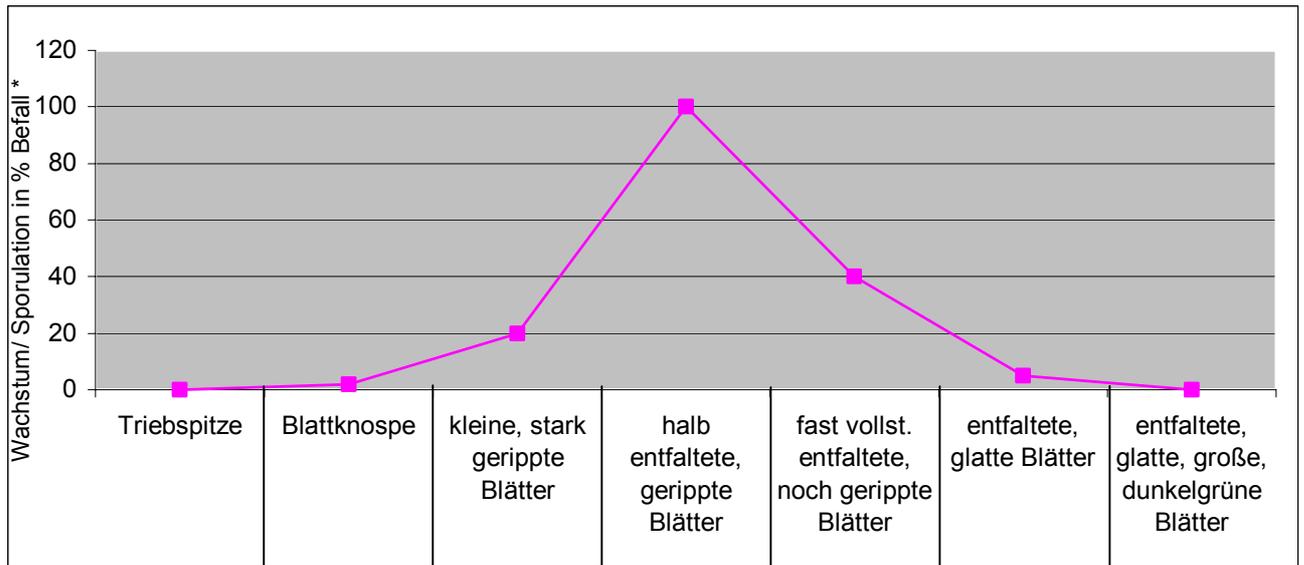
Ab April wurden jede Woche Blätter und später auch Blüten und Dolden der hochanfälligen Sorten „Northern Brewer“ und „Hallertauer Magnum“ aus dem Freiland geerntet und im Labor in der Petrischale künstlich mit einem Mehltauisolat aus dem Hallertauer Anbaugebiet mit definierten Virulenzeigenschaften inokuliert. Nach einer 8-tägigen Inkubationszeit unter standardisierten Bedingungen wurden die Blätter, Blüten bzw. Dolden unter dem Binokular auf Pilzbefall hin untersucht.

Nach zwei Vegetationsperioden zeigten diese Tests ganz eindeutig, dass besonders junge, gerade entfaltete Blätter eine extrem hohe Anfälligkeit gegenüber Echtem Mehltau aufweisen (Abb. 4.2). Wahrscheinlich bieten gerade die stoffwechselphysiologisch hoch aktiven jungen Blättchen optimale Nährstoffversorgung und somit gute Wachstumsbedingung für den parasitischen Echten Mehltaupilz. Zudem begünstigen die dünne Kutikula und Wachsschicht bei jungen Blättern das Eindringen des Pilzes mit seinem Keimschlauch. So lässt es sich auch erklären, weshalb Blattinfektionen mit zunehmendem Alter und bei stagnierendem Wachstum deutlich abnehmen und ältere Blätter nicht mehr neu von Mehltau befallen werden konnten.

Bis Anfang August konnten Blüten ebenso wie Dolden in jedem Stadium mit Mehltau infiziert werden. Allerdings erschwerten Begleitinfektionen bei Blüten und Dolden genaue Aussagen zur Erstinfektion mit Mehltau. Dabei konnten auch die Praxisbeobachtungen bestätigt werden, dass Blüten in jedem Entwicklungsstadium durch die Vielzahl an niedrigen Narben eine enorm große Angriffsfläche für Echten Mehltau bieten und somit wohl das anfälligste Stadium repräsentieren. Besonders empfindlich reagierte auch die Innenseite der Deckblätter der Dolden. Ab Mitte August konnte bei den Dolden eine deutlich verminderte Anfälligkeit gegenüber Echten Mehltau beobachtet werden.

Nach den Erkenntnissen dieser Anfälligkeitsstudien von Blättern, Blüten und Dolden muss an einer vorbeugenden Bekämpfung des Echten Mehltaus festgehalten werden. Spätestens wenn die ersten Infektionen auf den Blättern sichtbar werden, müssen Fungizide zur Bekämpfung eingesetzt werden. Besonders während des Blütenstadiums bis zur Ausdoldung ist der konsequente Einsatz von Pflanzenschutzmitteln angebracht. Von besonderem Interesse sind die Ergebnisse zur Anfälligkeit bei den Deckblättern der Dolden. Da die Außenseite der Deckblätter schneller eine gewisse „Alterresistenz“ zeigt, sind bei Sorten mit gutem Doldenschluss wie z.B. bei „Hallertauer Taurus“ am Ende der Vegetationsperiode Einsparungen bei Pflanzenschutzmitteln möglich.

Abbildung 4.2: Mehltauanfälligkeit der verschiedenen Blattstadien (Mai –Juni)



*Befall in % relativ zu hoch anfälligem Blattmaterial

Junge, gerade sich entfaltende Blätter sind hoch anfällig:

- physiol. sehr aktiv + dünne Kutikula /Wachsschicht → optimal für parasitischen Mehltaupilz
- Ab Anfang Juli reagierten selbst junge Blätter nur noch wenig empfindlich.

Literatur:

Seigner, E., Seefelder, S., Haugg, B., Engelhard, B., Hasysn, S. und Felsenstein, F.G. (2003): Infektionspotenzial des Echten Mehltaus (*Spaerotheca humuli*) in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium des Hopfens (*Humulus lupulus*) . Gesunde Pflanzen, 55 (2), 29-33.

4.2 Biotechnologie und Genomanalyse

4.2.1 Erarbeitung einer effektiven Methode zur Erzeugung pilzresistenter Hopfen über Gentransfer

Ziel des zum 01.11.2001 begonnen Forschungsvorhabens ist die Etablierung einer effizienten Transformationsmethode für den Gentransfer bei Hopfen. Nach Etablierung solch einer Methode sollen letztendlich Resistenzgene gegen pilzliche Erreger in den Hopfen übertragen werden. Finanziell unterstützt werden diese Arbeiten vom Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten.

Stängelabschnitte (= Internodien) von vier bedeutenden Hopfensorten wurden mit Hilfe geeigneter Agrobakterien-Stämme und Vektoren mit selektierbaren Markern und dem GUS-Reportergensystem erfolgreich transformiert. Aus einigen Transformationsversuchen konnten zwischenzeitlich Pflanzen selektiert und regeneriert werden. Bisher wurden jedoch nur bei einer Hopfensorte mehrere der selektierten Pflanzen mittels GUS-Färbung als positiv, also als transgen, getestet. Eine erste Überprüfung dieses Transformationserfolges ist ebenfalls positiv verlaufen. Alle mittels PCR getesteten, GUS-positiven Pflanzen haben das entsprechende Gen nachweislich in ihr Genom aufgenommen.

Zur Verbesserung der Regenerationsfähigkeit wurden verschiedenste Induktions- und Regenerationsmedien, u.a. mit Antibiotika versetzt, getestet. Die Regeneration erfolgt ausschließlich über indirekte Organogenese, d.h. es wurde Kallus gebildet, aus dem zunächst grüne Sprosse entstanden, die nachfolgend Wurzeln bildeten. Pro Explantat konnten abhängig vom jeweiligen Genotyp und von den Medienkomponenten zwischen 7 und 30 Pflänzchen regeneriert werden (durchschnittliches Ergebnis aus 6 Versuchen). Die besten Regenerationsraten wurden mit Internodien der Sorte „Saazer“ erzielt.



Regenerierte Pflanze
mit GUS-Markergen

Für die Herstellung genetisch einheitlicher Pflanzen wurden des weiteren erste Versuche zur Induktion von Embryoiden durchgeführt. Dabei kamen diverse Phytohormonzusammensetzungen zum Einsatz, je doch konnten bisweilen keine Embryoide induziert und regeneriert werden.

Ausblick:

Es muss noch mittels Southern Blot und Hybridisierung überprüft werden, inwieweit die entstandenen, transgenen Pflanzen das erwünschte Gen (chimär?) tragen und ob dieses Gen stabil weiter vererbt wird.

Für die übrigen Sorten muss vorab eine Optimierung des Transformations-Regenerations-Systems erfolgen. Die Regeneration von Hopfenpflanzen aus der Gewebekultur ist jedoch ein schwieriger und äußerst langwieriger Prozess.

Informationen zu Genen, die Resistenzen gegen pilzliche Erreger vermitteln können, werden zur Zeit eingeholt und ausgewertet. Dazu müssen jedoch zuerst Grundlagen über Einsatzmöglichkeit und Wirksamkeit solcher Gene im Hopfen erforscht werden. So ist für die nächsten Jahre auf keinen Fall mit einem Einsatz von transgenen Pflanzen im Bereich der Hopfenzüchtung zu rechnen.

4.2.2 Genomanalyse

4.2.2.1 Identifizierung von Mehlttauresistenzmarker

Die Erarbeitung von eng mit Resistenzgenen gekoppelten DNA-Markern zur schnellen und sicheren Identifizierung mehlttauresistenter Sämlinge stand auch dieses Jahr im Mittelpunkt der gendiagnostischen Forschung beim Hopfen. Mit molekularen Markern für verschiedene Mehlttauresistenzgene können resistente Sämlinge sofort selektiert werden. Außerdem ermöglichen DNA-Marker für verschiedene Resistenzgene, deren gelungene Kombination im Zuchtmaterial sehr zuverlässig und effizient zu verifizieren. Im Rahmen des von der Hopfenveredelungsgesellschaft e.G., Wolnzach, zwischenfinanzierten und von der Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft weiter geförderten Projektes (Wifö-Nr. B80) „Entwicklung molekularer Selektionsmarker für Mehlttauresistenz zur effektiven Unterstützung der Züchtung von Qualitätshopfen“ wurden zunächst Kartierpopulationen erstellt. Die in der Tabelle 4.17 aufgeführten Kreuzungen wurden im Sommer 2001 durchgeführt und standen 2002 für den Mehlttauresistenztest und für molekulare Analysen zur Verfügung. In den Kartierpopulationen wurde die Segregation von zwei, gegenwärtig in der Hallertau voll wirksamen Resistenzgenen geprüft. Es ist dies zum einen das R2-Gen der englischen Sorte „Wye Target“ und deren Nachkommen und zum anderen das RBU-Gen der slowenischen Sorte „Buket“. Im Sommer 2002 wurden auch Kreuzungen mit einem mehlttauresistenten Wildhopfen aus der Eifel durchgeführt. Im nächsten Jahr sollen mit den Nachkommen aus dieser Kreuzung DNA-Marker für die Wildhopfenresistenz erarbeitet werden.

Tabelle 4.17: Spaltung der Mehlttauresistenzgene in den Kartierpopulationen

| Kreuzungsnachkommen aus: | Anzahl d. Sämlinge (F1-Pop.) | Phänotyp resistent : anfällig | | erw. | χ^2 | Mehlttauisolat |
|-------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-----------|------------|-------------|----------------|
| Buket (RBU) x 96/09/01 | 120 | 57 | 63 | 1:1 | 0.30 | HU2 |
| Buket (RBU) x 97/36/05 | 160 | 84 | 76 | 1:1 | 0.40 | HU2 |
| Buket (RBU) x 98/27/731 (R2) | 131 | 103 | 28 | 3:1 | 0.92 | HU2+E9 |
| Wye Target (R2) x 93/36/02 | 120 | 67 | 53 | 1:1 | 1.63 | HU2 |
| Wye Target (R2) x 96/09/01 | 120 | 58 | 62 | 1:1 | 0.13 | HU2 |
| 84/008/24 (R2) x 98/044/049 | 120 | 67 | 53 | 1:1 | 1.63 | HU2 |

Bei der Identifizierung von Markern für die Resistenzgene R2 und RBU war es das erste Mal, dass die Boniturdaten auf dem von EpiLogic und der LBP in der Petrischale etablierten Mehlttauinfections- und Prüfsystem basierten. Dieses Resistenztestsystem liefert viel zuverlässi-

gere und aussagekräftigere Boniturdaten für Kartierpopulationen und somit sind bessere Voraussetzungen für die Erarbeitung eng mit dem Resistenzgen gekoppelter Marker gegeben. Um möglichst genaue Aussagen zur Qualität potentieller Resistenzmarker treffen zu können, wurden verschiedene Kreuzungen mit ein und demselben Resistenzträger durchgeführt. Zur Verifizierung von möglichen R2-Markern wurde noch eine Kreuzung mit dem weiblichen Zuchtstamm 84/008/24, einem mehltaresistenten Nachkommen von „Wye Target“ durchgeführt.

Von ca. 6-8 Wochen alten, im Gewächshaus aus Samen herangezogenen Hopfen (Kartierpopulationen) wurde jeweils das jüngste, voll entfaltete Blattpaar künstlich mit Mehltau in der Petrischale inokuliert. Nach acht Tagen Inkubationszeit (22°C; 12-stündiger Licht-/Dunkelrhythmus) wurden die Blätter der Sämlinge im Vergleich zur Kontrolle (hoch anfälliges, zu 100 % mit Mehltau befallenes Blatt der Sorte „Northern Brewer“) bonitiert und als resistent (0-20 % Befall) bzw. anfällig (30-100 % Befall) eingestuft. Der Test wurde nach ca. drei Wochen nochmals wiederholt.

Als Inokulum für alle Sämlingspopulationen diente das Mehltausolat HU2 mit definierten Virulenzeigenschaften, wodurch eine klare Differenzierung zwischen mehltauanfälligen und resistenten Sämlingen durchgeführt werden konnte. Zur klaren Unterscheidung der Wirkung zweier verschiedener Resistenzen in der Kreuzung Buket (RBU) x 98/27/731 (R2) wurde zusätzlich mit dem englischen Isolat E9 gescreent.

Aufbauend auf diesen Resistenzbonituren wurde damit begonnen, DNA-Pools von jeweils zehn resistenten oder anfälligen Individuen aus den verschiedenen Kartierpopulationen zu bilden. Diese DNA-Pools wurden mit insgesamt 240 AFLP-Primerkombinationen auf Unterschiede im Bandenmuster gescreent. Bislang zeigten sich drei vielversprechende RBU-Marker, die bei fast allen resistenten Sämlingen aus allen drei Buket-Kreuzungen wiederzufinden waren. Je nach Anzahl der falschpositiven Individuen (Fehlen oder Vorhandensein eines DNA-Fragmentes, was nicht mit der Resistenzbonitur übereinstimmt) in den verschiedenen Kreuzungen variierte die Trefferquote für die einzelnen Resistenzmarker. Die Übereinstimmung zwischen phänotypischer und genotypischer (DNA-Marker-Bande) Mehltaresistenz liegt beim Buketmarker RBU-279 zwischen 92 und 97 %, bei RBU-284 zwischen 91,7 und 92,5 % und bei RBU-319 zwischen 92,5 und 94,5 %.

Auch für das R2-Gen aus „Wye Target“ konnte ein Resistenzmarker erarbeitet werden. Bei der Testung dieses Markers in mehreren Kartierpopulationen konnte mit dem Marker R2-181 bei 92,5 bzw. 96,9 % der Sämlinge erfolgreich Mehltauanfälligkeit oder Resistenz nachgewiesen werden.

In der Nachkommenschaft der Kreuzung „Buket“ (RBU) x 98/27/731(R2) konnten Individuen bei der molekularen Analyse identifiziert werden, die keinen Marker tragen, die nur den RBU- oder den R2-Marker zeigen, oder die eine Kombination von RBU- und R2-Marker aufweisen. Sollte sich dieses Ergebnis im nachfolgenden Jahr bestätigen, wäre dies ein entscheidender Meilenstein bei der Etablierung der markergestützten Selektion in der Resistenzzüchtung beim Hopfen.

Zur Überprüfung der Richtigkeit der in der Petrischalen gewonnenen Mehltaubonituren, wurden die Sämlinge nach ihrer Testung mit dem definierten Mehltausolat im Gewächshaus in Hüll nachgetestet. Aufgrund der Tatsache, dass das Inokulum HU2 aus einer Hüller Mehltauinfektion gewonnen wurde, und auch im Gewächshaus Mehltauvirulenzen aus Hüll auftreten, stimmten die Labor-Bonituren mit den Hüller Gewächshausbonituren zu 100 % überein.

4.2.2.2 Einsatz geschlechtsspezifischer DNA-Marker

Bei 236 Hopfensämlingen aus verschiedenen Kreuzungen des Jahres 2001, konnte im Spätherbst noch keine Aussage über ihr Geschlecht getroffen werden. Um dennoch die Pflanzen noch im Herbst entsprechend ihres Geschlechts entweder in Hüll oder in Freising

(„Männergarten“) aufschulen zu können, wurden zwei männlich-spezifische DNA-Marker (ein STS- und ein RAPD-Marker) zur Identifizierung eingesetzt. In nur wenigen Tagen konnte so im Labor eine Entscheidung herbeigeführt werden. Es wurden 81 männliche und 155 weibliche Pflanzen bestimmt.

Außerdem wurde mit 400 Hopfensämlingen aus verschiedenen Kartierpopulationen eine molekulare Geschlechtsbestimmung durchgeführt. Durch diesen Einsatz der Gendiagnose konnte eine Zeitersparnis von einem Jahr erzielt werden. So lange hätte es gedauert, bis Blüten gebildet werden und so phänotypisch das Geschlecht zu erkennen ist.

In einem Hopfenvermehrungsbetrieb hatte sich ein männlicher Hopfen „eingeschlichen“. Unter 100 Pflanzen, die für die Vermehrung eingesetzt werden, konnte der männliche Hopfen anhand der männlich-typischen DNA-Bande im DNA-Fingerabdruck „entlarvt“ und schließlich entfernt werden. Dieses Beispiel aus der Praxis zeigt den enormen Nutzen von molekularen Markern. Ohne diese schnelle Markerdiagnose wären dem Stecklingsvermehrungsbetrieb erhebliche Kosten entstanden. Entweder hätten alle 100 Hopfen der zu vermehrenden Sorte vernichtet werden müssen oder es hätte bis zur phänotypischen Geschlechtsausprägung ein Jahr gewartet werden müssen, bis der männliche Hopfen auszuwählen gewesen wäre.

4.2.2.3. Verifizierung von Hopfengenotypen (trueness to type-Analysen)

Für die Hopfenwirtschaft wurden von insgesamt 157 Hopfenmustern mithilfe der AFLP-Technik DNA-Fingerprints erstellt, mit denen dann schnell die Sortenzugehörigkeit oder das Geschlecht bestimmt werden konnte. Bei diesen Sortenanalysen kamen neben zehn AFLP-Primerkombinationen auch sechs Hopfen-Mikrosatelliten zum Einsatz. Die Mikrosatelliten waren in einem von der Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft finanzierten Projekt erarbeitet worden.

5 Hopfenbau und Hopfenberatung

Georg Roßbauer, Dipl. Ing. agr.

5.1 Düngung

5.1.1 Nmin-Untersuchungen 2002

Die Stickstoffdüngung nach DSN (Nmin) ist in der Praxis eingeführt, sie ist zu einem festen Bestandteil der Düngeplanung geworden. Im Jahr 2002 wurden in Bayern 3993 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.

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

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

Auf der Basis des Nmin-Gehaltes wurde den Hopfenpflanzern für jeden untersuchten Hopfengarten mit Hilfe des Computers eine detaillierte Stickstoffdüngempfehlung erstellt. Die Bodenproben zur Nmin-Untersuchung wurden Ende Februar bis Ende März auf eine Tiefe von 0-90 cm gezogen. Neben dem Gehalt an Nitrat (NO_3) und Ammonium (NH_4) wird zur Berechnung der Düngeempfehlung das Ertragsniveau, die Bodenart sowie Gründüngung und organische Düngung berücksichtigt, die der Hopfenpflanzler im Erhebungsbogen angegeben hat. Die Verteilung der Stickstoffgaben erfolgt nach den Bedürfnissen der Sorte.

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

Tabelle 5.2: Zahl, durchschnittliche Nmin-Gehalte und Düngeempfehlungen aus den Hopfengärten der Landkreise und Anbauggebiete in Bayern 2002

| Anbauggebiet | Landkreis | Zahl der Proben | Nmin kg N/ha | Düngeempfehlung kg N/ha |
|---------------------|-------------------------|-----------------|--------------|-------------------------|
| Hallertau | Pfaffenhofen | 1276 | 65,3 | 164 |
| | Freising | 400 | 78,0 | 169 |
| | Eichstätt | 282 | 82,5 | 150 |
| | Kelheim | 1617 | 69,7 | 173 |
| | Landshut | 276 | 59,9 | 174 |
| Durchschnitt | Hallertau | 3859 | 67,8 | 168 |
| Spalt | Roth | 106 | 85,1 | 155 |
| | Weißenburg-Gunzenhausen | 0 | 0 | |
| Durchschnitt | Spalt | 106 | 85,1 | 155 |
| Hersbruck | Hersbruck | 28 | 69,7 | 169 |
| Bayern | | 3993 | 69,7 | 169 |

In Tabelle 5.3 sind die Werte nach Sorten aufgelistet. Insgesamt waren die Nmin-Gehalte in 1999, 2000, 2001 und 2002 erheblich niedriger als in den vorangegangenen Jahren.

Tabelle 5.3: Zahl, durchschnittliche Nmin-Gehalte und Düngeempfehlung bei verschiedenen Hopfensorten in Bayern 2002

| Sorte | Zahl der Proben | Nmin kg N/ha | Düngeempfehlung kg N/ha |
|-----------------------|-----------------|--------------|-------------------------|
| Columbus | 2 | 47,1 | 187 |
| Target | 21 | 82,2 | 176 |
| Nugget | 119 | 51,9 | 176 |
| Brewers Gold | 10 | 59,8 | 174 |
| Hallertauer Merkur | 11 | 65,5 | 172 |
| Hallertauer Taurus | 332 | 64,4 | 172 |
| Hallertauer Magnum | 1024 | 62,6 | 172 |
| Hallertauer Tradition | 462 | 72,1 | 170 |
| Record | 1 | 69,6 | 170 |
| Spalter Select | 278 | 74,5 | 169 |
| Sonstige | 8 | 55,0 | 168 |
| Hersbrucker Spät | 333 | 71,2 | 166 |
| Perle | 815 | 77,8 | 165 |
| Saphir | 8 | 38,3 | 165 |
| Hüller | 3 | 83,6 | 165 |
| Hallertauer Mfr. | 278 | 62,9 | 161 |
| Northern Brewer | 236 | 83,1 | 159 |
| Spalter | 52 | 77,3 | 150 |

5.1.2 Versuch mit Grüngutkompost

Grüngutkompost mit Qualitätszeichen wird seit mehr als einem Jahrzehnt zur organischen Düngung landwirtschaftlich genutzter Flächen angeboten.

Mit der Bioabfallverordnung (BioAbfV) vom 21. Sept. 1998 ist eine gesetzliche Grundlage geschaffen, die die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Flächen regelt.

Im Frühjahr 1993 wurde in einem Hopfengarten in Engelbrechtsmünster ein Versuch angelegt, um den Einfluss der Grüngutkompostdüngung auf Ertrag, Inhaltsstoffbildung und Bodenparameter zu untersuchen.

Wichtige Versuchs- und Standortdaten:

- 3 Stufen: N-Soll 270 ohne Kompost
N-Soll 270 mit Kompost
N-Soll 180 mit Kompost
- Grüngutkompostaufbringung in Höhe von jährlich 20 m³/ha. Dies entspricht im P₂O₅-Gehalt dem jährlichen Entzug des Hopfens. Aus streutechnischen Gründen wurden jedes zweite Jahr 40 m³/ha aufgebracht, das ergibt von 1993 bis 2001 insgesamt 200 m³/ha.
- Eine Gründüngung wurde regelmäßig eingesät.
- Bodenart: Sand

Tabelle 5.4: Bodenuntersuchungsergebnisse 1993-2002

| Bodenuntersuchung | Nmin kg/ha Stufe | | | PH-Wert Stufe | | | P ₂ O ₅ mg Stufe | | | K ₂ O mg Stufe | | | MgO mg Stufe | | |
|-------------------|------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|--|----|----|---------------------------|----|----|--------------|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1993 | - | - | - | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 23 | 23 | 23 | 24 | 24 | 24 | 11 | 11 | 11 |
| 1994 | 67 | 65 | 64 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1995 | 74 | 62 | 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1996 | 96 | 101 | 96 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1997 | 91 | 82 | 90 | 5,2 | 5,5 | 5,8 | 22 | 23 | 28 | 24 | 26 | 33 | 6 | 10 | 11 |
| 1998 | 132 | 189 | 114 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1999 | 76 | 55 | 80 | 5,6 | 5,8 | 6,0 | 21 | 22 | 20 | 23 | 18 | 19 | 9 | 7 | 10 |
| 2000 | 91 | 91 | 57 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2001 | 47 | 53 | 47 | 5,7 | 6,1 | 6,3 | 20 | 17 | 24 | 15 | 15 | 17 | 10 | 10 | 14 |
| 2002 | 42 | 45 | 51 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

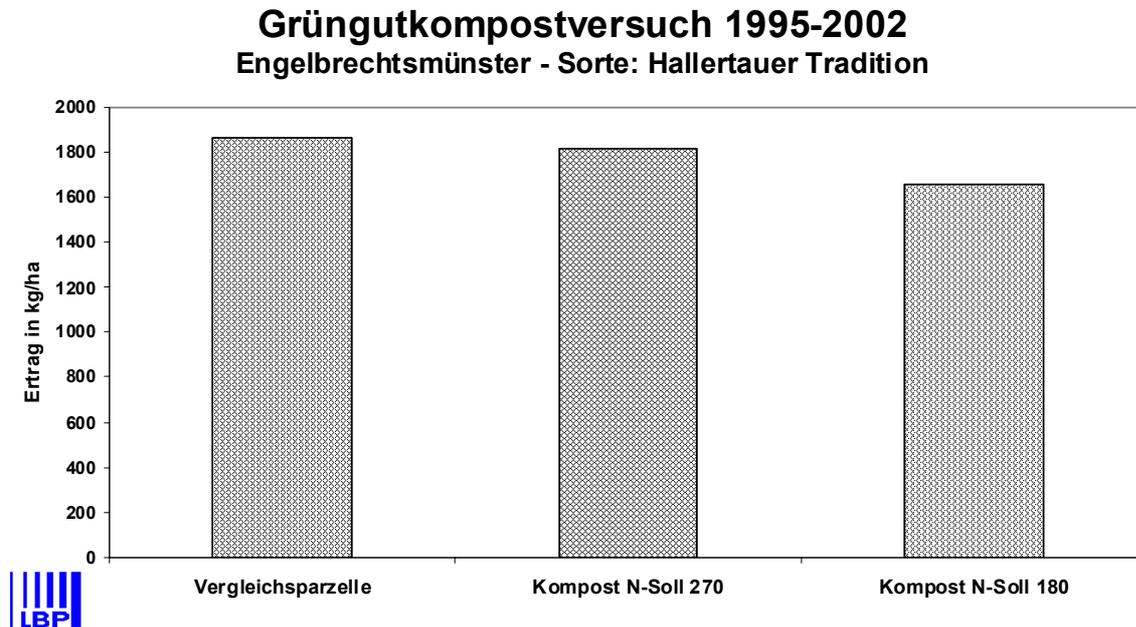
Die Nährstofffracht des Grüngutkompostes wurde der jeweiligen Deklaration, die dem Lieferschein anhang, entnommen.

Mit 20 m³/ha und Jahr wurden durchschnittlich 40 kg/ha P₂O₅, 48 kg/ha K₂O und 40 kg/ha MgO aufgebracht.

Mit mineralischen P, K, Mg Einzeldüngern wurden die nach der Bodenuntersuchung notwendigen Gaben per Hand parzellenweise ausgeglichen.

Die Stickstoffmineralisierung wurde jährlich über DSN (Nmin) ermittelt. Der Nmin-Wert in kg N/ha wurde vom N-Soll-Wert abgezogen, die Differenz mit mineralischem N in Form von Kalkammonsalpeter in drei Gaben (Anfang April, Ende Mai und Ende Juni) gedüngt.

Abbildung 5.1:



In Abbildung 5.1 ist der durchschnittliche Ertrag in den jeweiligen Stufen ersichtlich. Die Stufe 3 zeigt deutlich, dass beim N-Soll-Wert 180 das N-Angebot für eine optimale Ertragsbildung nicht ausreichend war. Die Ertragsentwicklung im vorliegenden Versuch ist ähnlich wie in vergleichbaren Ackerbauversuchen. Auch hier führt der Eintrag von organischer Substanz über Grüngutkompost kurzfristig nicht zu einer höheren N-Mineralisation. Die positive bodenverbessernde Wirkung (Humusaufbau, Aggregatstabilität, bodenmikrobiologische Aktivität usw.) und die N-Nachlieferung ist langfristig zu betrachten.

Der Alphagehalt wurde durch die Versuchsstufen nicht beeinflusst.

Der Versuch ist abgeschlossen. Die bodenphysikalischen Untersuchungen werden im Frühjahr 2003 durchgeführt. Im Jahresbericht 2003 werden diese Ergebnisse veröffentlicht.

5.1.3 Nährstoffpotentialversuch Eschelbach: Wirkung unterschiedlicher P-, K-, Mg-, S-Düngung auf optimal versorgten Böden

Im Jahr 1999 wurde am Standort Eschelbach ein Nährstoffpotentialversuch angelegt, in dem untersucht werden soll, welche Düngewirkung unterschiedliche Phosphat-, Kali-, Magnesium- und Schwefeldüngung auf den Ertrag des Hopfens in einem optimal mit diesen Nährstoffen versorgten Böden hat.

Standort und Versuchsdaten:

Bodenart: Sandiger Lehm

Hopfensorte: Hallertauer Tradition

Verwendete Mineraldünger:

- Superphosphat
- 60er Kali
- Kieserit (MgO + S)

Tabelle 5.5: Versuchsbeschreibung und begleitende Bodenuntersuchung

| Versuchsanlage | | | | | Bodenuntersuchungsergebnisse (CAL mg) | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------------------------|------------------|-----|----|---------------------------------------|-------------------------------|------------------|----|------|-------------------------------|------------------|----|------|-------------------------------|------------------|----|
| Stufe | Düngung kg/ha | | | | 1999 | | | | 2000 | | | | 2001 | | | |
| | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | S | pH | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Mg | pH | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Mg | pH | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Mg |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,8 | 7 | 21 | 10 | 4,9 | 11 | 21 | 6 | 4,9 | 9 | 17 | 6 |
| 2 | 46 | 0 | 0 | 0 | 5,8 | 7 | 20 | 10 | 5,1 | 9 | 22 | 6 | 5,2 | 11 | 21 | 7 |
| 3 | 0 | 160 | 0 | 0 | 5,7 | 9 | 23 | 10 | 5,4 | 10 | 31 | 7 | 4,9 | 9 | 23 | 6 |
| 4 | 0 | 0 | 40 | 33 | 5,3 | 8 | 19 | 9 | 5,2 | 5 | 16 | 8 | 5,0 | 8 | 24 | 11 |
| 5 | 23 | 80 | 20 | 16 | 5,6 | 10 | 23 | 10 | 5,7 | 7 | 21 | 7 | 5,1 | 10 | 21 | 8 |
| 6 | 46 | 160 | 40 | 33 | 5,4 | 8 | 22 | 10 | 5,9 | 6 | 27 | 8 | 5,2 | 9 | 27 | 9 |
| 7 | 90 | 240 | 60 | 49 | 5,5 | 9 | 24 | 10 | 5,1 | 7 | 34 | 8 | 5,1 | 10 | 31 | 9 |

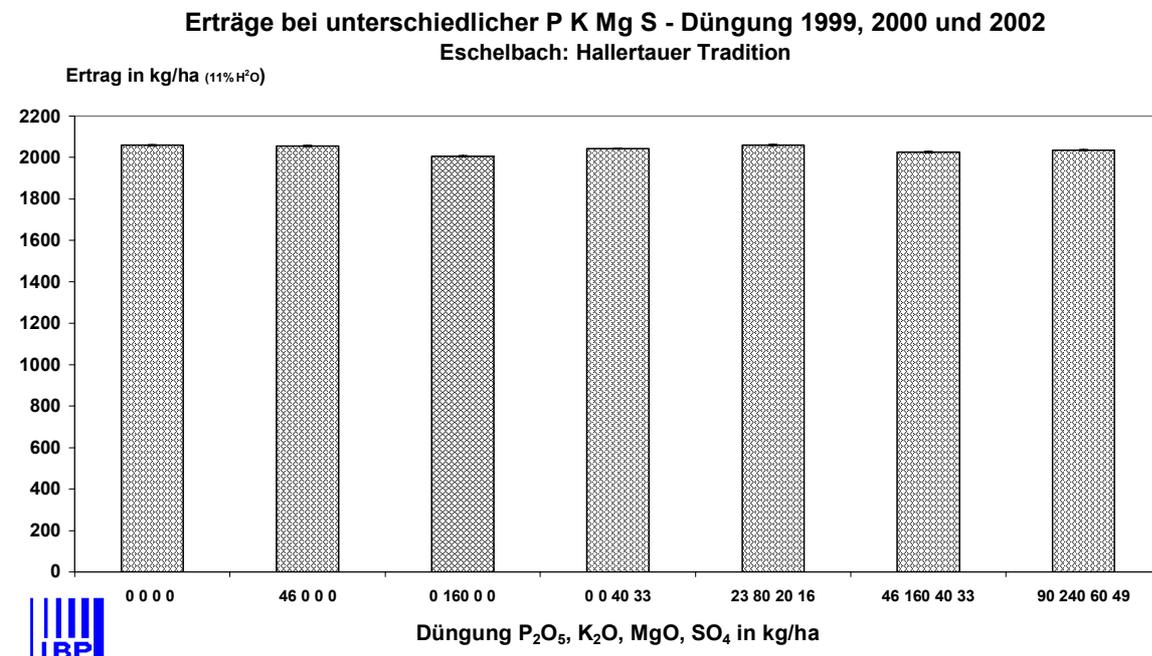
Die Versuchspartellen sind mit je vier Wiederholungen angelegt und werden jeweils im Frühjahr manuell abgedüngt. Für die gesamte Versuchsdauer ist der Eintrag von organischen Düngern nicht möglich. In allen Versuchspartellen wird jährlich gezielt Ölrettich eingesät und dadurch organische Masse nährstoffneutral zugeführt.

Die Stickstoffdüngung führt der Betrieb nach Nmin-Düngeempfehlung mit Kalkammonsalpeter 27/0 durch. Damit ist sichergestellt, dass keine Magnesium- bzw. Schwefeleinträge die Versuchsdurchführung beeinträchtigen.

Die versuchstechnische Beerntung war 2001 wegen eines Hagelschlages nicht möglich.

Da die Sorte Hallertauer Tradition im Herbst 2002 gerodet wurde, werden die Ertragsergebnisse 1999, 2000 und 2002 als Zwischenbericht in Abb. 5.2 dargestellt.

Abbildung 5.2:



Die Durchschnittserträge zeigen über alle Düngungsstufen keine signifikanten Abweichungen. Gleiches gilt für die Alphasäurenwerte.

Das Zwischenergebnis verdeutlicht, dass bei Bodenversorgungswerten von knapp 10 mg bis gut 20 mg nach der CAL-Methode ein hohes Nährstoffnachlieferungsvermögen für optimale Erträge gegeben ist.

5.2 Maiszünsler im Hopfen

Im Siegelbezirk Altmannstein, nördlich der Donau, wurde bei der Ernte 2002 gehäuft Maiszünslerbefall in Hopfenbeständen festgestellt. Weitere Meldungen kamen aus Mühlhausen (Siegelbezirk Siegenburg), Engelbrechtsmünster (Siegelbezirk Geisenfeld), Oberlauterbach (Siegelbezirk Wolnzach) und Niederthann (Siegelbezirk Pfaffenhofen a.d. Ilm).

Die Maiszünslererhebungen für Bayern zeigen auf, dass die Hallertau zwischenzeitlich voll im Befallsgebiet liegt.

Pflanzenschädigung

Der Zünsler, ein Schmetterling mit 25-30 mm Flügelspannweite, legt seine Eier Ende Juni an Mais oder Hopfen auf der Blattunterseite ab. Die nach zwei Wochen ausgeschlüpften Larven bohren sich im oberen Pflanzenbereich in die Mais-, bzw. Hopfenpflanzen ein. Durch die Fraßtätigkeit im Hohlmarkkanal der Hopfenreben wird der Saftstrom unterbrochen und es kommt zum Absterben der oberen Rebenanteile, das bis zu vier Meter Länge beobachtet wurde. Dünnrebigere Hopfensorten wie z.B. Perle oder Hallertauer Tradition sind stärker betroffen als starkrebigere Hopfensorten wie Hallertauer Magnum oder Hersbrucker Spät.

Rassenfeststellung

Die Biologische Bundesanstalt, Institut für biologischen Pflanzenschutz, Darmstadt hat Zünslerlarven mittels PCR untersucht und mit anderen Herkünften verglichen. Die aus Hopfen bzw. Mais aus dem Gebiet Altmannstein eingesandten Larven sind danach der Z-Rasse zuzuordnen, (monophag, *Ostrinia nubilalis*), das ist die Rasse, welche fast ausschließlich die Schäden im Mais verursacht. Diese Rasse befällt damit neuerdings auch den Hopfen

Bonituren und Erhebungen

Die Bonituren Anfang September ergaben, dass sich die Zünslerlarven in die auf dem Feld verbleibenden Rebenstrünke kurz über dem Boden eingebohrt hatten, um das Überwintern zu sichern. Klar wurde auch im Hopfen, dass die Larven jeden Bodenkontakt vermeiden, da im Boden pilzliche bzw. bakterielle Gegenspieler vorhanden sind.

Die Erhebungen in 12 Betrieben im Hauptbefallsgebiet um die Ortschaft Laimerstadt ergaben, dass von 96 ha Hopfen 56 ha geschädigt (5-25 % Ertragsausfall) waren. Die als nicht auffällig eingestuft 40 ha waren überwiegend mit dem Insektizid Baythroid 50 (Wirkstoff Cyfluthrin) gegen die Blattlaus behandelt.

Der Warndienstaufruf des Landwirtschaftsamtes Ingolstadt zur Zünslerbekämpfung im Mais mit Insektiziden war für das Gebiet Altmannstein am 7. Juli 2002. Dieser Termin traf den Zeitraum der zweiten Blattlausbekämpfung im Hopfen sehr gut. Betriebserhebungen und eigene Bonituren zeigten auf, dass die Insektizidwirkstoffe Imidacloprid (Confidor), Pymetrozine (Plenum) und Amitraz (Mitac) keinen entscheidenden Einfluss auf die Larvenentwicklung hatten, wohl aber das Pyrethroid Baythroid 50.

Phytoprotektive Maßnahmen

Zur vorbeugenden Befallsminderung wurde empfohlen:

- Rebenhäcksel auf Ackerland ausbringen und einpflügen
- Rebenstrünke tief abschneiden und verbrennen
- auf Maisanbauer einzuwirken, Maistrünke und –stroh zu schlegeln und tief unterzupflügen
- 2003 Warndienstaufruf für Mais und Hopfen beachten und chemische Bekämpfung durchführen

Ziel: Hopfen- und Maisanbau ohne spezielle Anwendung von Pflanzenschutzmittel gegen den Maiszünsler.

Vor 50 Jahren wurde das letzte Mal über Zünslerbefall im Hopfen berichtet. Notwendige phytoprotektive Maßnahmen haben auch damals das Problem Zünsler kurzfristig gelöst.

5.3 Niedrigerüstanlagen

In dem dreijährigen, durch das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) geförderten Forschungsprojekt wurden in Zusammenarbeit mit der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik (jetzt Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik) wesentliche Untersuchungen zur Bewirtschaftung des Hopfens in Niedrigerüstanlagen durchgeführt. Die Versuchsarbeiten erfolgten an den Standorten Pfaffenhofen, Rohrbach und Gressau. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst:

Gestaltung der Niedrigerüstanlage

- Die Höhe von 3 m hat sich bewährt.
- Der Reihenabstand von 2,70 m in der Versuchsfläche Pfaffenhofen ist für die Bearbeitung gut geeignet. Eine weitere Reduzierung des Reihenabstandes auf 2,50 m, wie sie am Standort Gressau vorhanden ist, stößt an die Grenzen der Bearbeitbarkeit.
- Es wurden 3 Arten von Masten geprüft.
Holzmasten sind geeignet, wenn sie nicht mehr als 8-9 cm Zopfdurchmesser haben, weil bei stärkeren Masten die Arbeit der Pflückmaschine beeinträchtigt wird. Eisenmasten mit einer Stärke von 6 cm sind für die Pflückmaschine gut geeignet, sie sind aber sehr teuer und z.T. instabil.
Betonmasten mit einer Stärke von 7,5 cm haben sich als sehr gut geeignet erwiesen; sie sind außerdem sehr preisgünstig.
- Für den unteren Spanndraht hat sich eine Höhe von 25 cm gut bewährt. Gegenüber einer Höhe von 45 cm ist das Anwachsen der Triebe erheblich verbessert, dies erleichtert das Anleiten.
- Der günstigste Pflanzabstand bei den herkömmlichen Sorten beträgt 0,8-0,9 m. Für die Zwergsorten konnte er noch nicht endgültig geklärt werden. Nach bisheriger Erfahrung kann er eventuell von 0,50 m auf 0,60-0,70 m erhöht werden mit 1-2 Aufleitdrähten pro Pflanze.
- Als Aufleitmaterial hat sich verzinkter Draht bewährt. Hier kann die Zahl der Triebe am besten kontrolliert werden. Bei Verwendung eines Netzes wachsen erheblich mehr Triebe nach oben; dies führt zu einem zu dichten Bestand mit Ertragsminderung.

Schneidgerät

Ein besonderer Schwerpunkt des Forschungsprojektes war die Entwicklung und Erprobung eines für Niedrigerüstanlagen unter einem Spanndraht von 25 cm arbeitenden Schneidgerätes. Dies wurde von der Landtechnik Weihenstephan gelöst; das neu entwickelte Schneidgerät mit nur einer Schneidscheibe kann die Schneidarbeit unter dem Spanndraht von 25 cm einwandfrei durchführen. Ein zusätzlich entwickelter Schleifeinsatz beschleunigt und erleichtert das öfters notwendige Schärfen der Scheibe. Damit wurde die Voraussetzung geschaffen, um mit einer Höhe des unteren Spanndrahtes von 25 cm zu schneiden und mit verringertem Aufwand anzuleiten.

Abbildung 5.3: Einscheibiges Schneidgerät für Niedrigerüstanlagen unter dem Spanndraht



Sorten

Das Forschungsprojekt hat erneut gezeigt, dass die für Hochgerüstanlagen gezüchteten herkömmlichen Sorten für den Niedrigerüstanbau nicht geeignet sind, weil die niedrigeren Erträge keinen wirtschaftlichen Anbau ermöglichen. Der Gehalt an Alphasäuren ist jedoch höher als von Hochgerüstanlagen.

Die englischen Zwergsorten dagegen zeigen, dass mit speziellen Sorten ein Ertrag erzielt wird, mit dem die Wirtschaftlichkeit erreicht werden kann; die Sorte Pioneer konnte z.B. im Laufe des Projektes einen Durchschnittsertrag von 30,2 Ztr./ha erzielen.

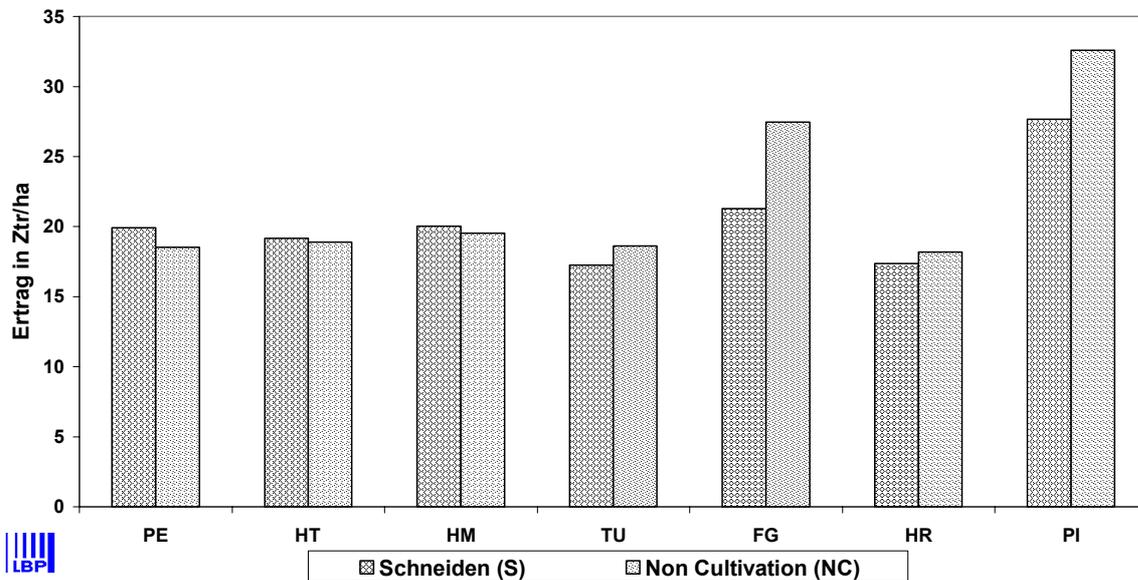
Die verwendeten Zwergsorten befriedigen zwar nicht in der Qualität und damit im Absatz, sie sind aber wertvolle Grundlage für die Züchtung geeigneter Sorten.

Kurzwachsende, ertragreiche Zwergsorten, die die Qualitätsanforderungen des Marktes erfüllen, sind Voraussetzung für den wirtschaftlichen Anbau des Hopfens in Niedrigerüstanlagen.

Abbildung 5.4:

Ertragsvergleich der Anbausysteme 1999 - 2002

Niedrigerüstanlage Pfaffenhofen



Anbauverfahren

- Das Verfahren Non Cultivation, bei dem der Schnitt und die Bodenbearbeitung unterlassen wird, hat den Vorteil der Arbeitersparnis; ein wesentlicher Nachteil aber ist, dass der Infektionsdruck mit Peronospora und Echtem Mehltau deutlich höher ist, außerdem ist auch der Unkrautbesatz höher und es bereitet Schwierigkeiten ihn zu kontrollieren. Insgesamt ist der Pflanzenschutz Aufwand beim Non Cultivation-Verfahren um 206-233 €/ha deutlich höher als beim herkömmlichen Verfahren mit Schneiden.
- Im herkömmlichen Verfahren mit Schneiden und Bodenbearbeitung wird durch den Schnitt der Infektionsdruck mit Peronospora und Echtem Mehltau reduziert. Gleichzeitig wird durch die verschiedenen Bodenbearbeitungsgänge in der Reihe (Wegackern, Aufdecken und Schneiden, Anhäufeln) und zwischen den Reihen (mehrmaliges Grubbern) mit Einsaat einer Zwischenfrucht der Unkrautbesatz erheblich reduziert. Diese Maßnahmen haben eine Einsparung an Pflanzenschutzmitteln zur Folge. Ein Nachteil ist der höhere Arbeitsaufwand sowie eine Verzögerung des Austriebes durch das Schneiden, was sich bei den langsamwachsenden Zwergsorten mit Ertragsminderungen bemerkbar machte. Es hat sich aber gezeigt, dass hier ein möglichst frühes Schneiden fast gleich hohe Erträge erbrachte wie die Non Cultivation-Parzellen ohne Schneiden. Damit können die Vorteile dieses Verfahrens auch bei den Zwergsorten genutzt werden. Insgesamt überwiegen bei dem herkömmlichen Verfahren mit Schneiden die Vorteile.

Pflege

In Versuchen im Rahmen dieses Forschungsprojektes hat sich gezeigt, dass der Aufwand für Anleiten und Ausputzen nicht unbegrenzt verringert werden kann.

In verschiedenen Anleitversuchen erreichten auch ohne Anleithilfe mehrere Triebe den Aufleitdraht (bis zu 12 Triebe), doch wird bei mehr als 3 Trieben pro Aufleitdraht der Bestand zu dicht, was zu Ertragsminderungen führt. Dies hat sich besonders deutlich beim Aufleitnetz gezeigt.

Um die Voraussetzungen für einen höchstmöglichen Ertrag zu schaffen, sollen pro Aufleitdraht nicht weniger als 2 und nicht mehr als 3 Triebe emporwachsen. Dies muss durch Anlei-

ten und Nachleiten gesteuert werden. Außerdem müssen die überzähligen Bodentriebe abgeschnitten und die später nachwachsenden Bodentriebe abgeätzt werden.

Durch die Höhe des unteren Spanndrahtes von 25 cm wird die Arbeit des Anleitens aber erheblich erleichtert.

Für die Pflege müssen jedoch mindestens 35-40 AKh/ha eingeplant werden.

Düngung

Im Vergleich zum Anbau in Hochgerüstanlagen ist in Niedrigerüstanlagen der Düngeraufwand erheblich niedriger. Im Durchschnitt der Versuchsjahre reichte für den optimalen Ertrag eine Düngung von 40 kg N/ha aus, bei Phosphat, Kali, Magnesium und Kalk ist der Bedarf um ca. 40 % niedriger als in Hochgerüstanlagen.

Pflanzenschutz und Schaderregerbefall

Wesentliche Ergebnisse brachte das Forschungsvorhaben zum Befall mit Schaderregern. Es hat sich deutlich herausgestellt, dass der Befallsdruck mit der Gemeinen Spinnmilbe in Niedrigerüstanlagen erheblich höher ist, verursacht durch Überwinterungsmöglichkeiten in den verbleibenden Reben und durch bessere Verbreitungsmöglichkeiten im Bestand.

Beim Befallsdruck mit Blattläusen besteht kein Unterschied.

Der Befall mit Peronospora und Echtem Mehltau unterscheidet sich mehr durch die Anfälligkeit oder Resistenz der jeweiligen Sorten als durch den Unterschied zwischen Niedrig- und Hochgerüstanlagen.

Pflanzenschutztechnik

Die Pflanzenschutztechnik ist noch verbesserungsbedürftig. Es wurden ein Kollektor- und ein Tunnelgerät eingesetzt. Beide Geräte haben Vor- und Nachteile. Die Probleme liegen vor allem in der technischen Handhabung und der gleichmäßigeren Verteilung des Spritzbelages.

Die Abtriftminderung und die Pflanzenschutzmitteleinsparung bei den Recyclinggeräten sind ein wesentlicher Vorteil des Niedrigerüstanbaues.

Erntetechnik

Die schleppergezogene Pflückmaschine liefert eine gute Pflückleistung und Pflückqualität. Für einen großflächigen Einsatz müsste noch eine Dosiereinrichtung zur Beschickung der Reinigungsmaschine entwickelt werden.

Betriebswirtschaft

Die Gegenüberstellung der Kosten zeigt, dass die variablen Kosten beim Anbau des Hopfens in Niedrigerüstanlagen im herkömmlichen Verfahren mit Schneiden um 1164 €/ha und im Non Cultivation-Verfahren ohne Schneiden um 1158 €/ha niedriger sind als im Hochgerüstanbau. Dies wird vor allem durch den niedrigeren Arbeits- und Düngeraufwand sowie durch den Wegfall des jährlichen Aufleitdrahtes verursacht.

Die für Hochgerüstanlagen gezüchteten herkömmlichen Sorten erreichen in Niedrigerüstanlagen nur einen Deckungsbeitrag von 1000-1400 €/ha. Dies reicht nicht für die Abdeckung der festen Kosten.

Wenn dagegen bei der Sorte Pioneer zu dem in den Versuchen erzielten Ertrag der Preis einer marktgängigen Sorte eingesetzt wird, so würde sich ein Deckungsbeitrag ergeben, der einem wirtschaftlichen Anbau sehr nahe kommt. Damit hängt die Wirtschaftlichkeit des Niedrigerüsthopfenbaues an der Verfügbarkeit geeigneter Sorten.

5.4 Versuche mit verschiedenen Erntezeiten bei Hallertauer Mfr.

Die bestmögliche Erntezeit ist immer wieder ein Diskussionsthema. Dabei können die Anforderungen durchaus verschieden sein.

Durch die Erntezeit können folgende Faktoren beeinflusst werden:

- Ertrag
- Bitterstoffgehalt (% Alphasäuren)
- Aroma
- Äußere Qualität (Farbe und Glanz, Mängel, Befall mit Krankheitserregern)

Zur Ermittlung des optimalen Erntezeitbereiches bei der Sorte Hallertauer Mfr. werden seit 2002 Versuche durchgeführt. Im Abstand von 3 Tagen werden zu 9 Zeitpunkten in vierfacher Wiederholung je 20 Aufleitungen geerntet und ausgewertet.

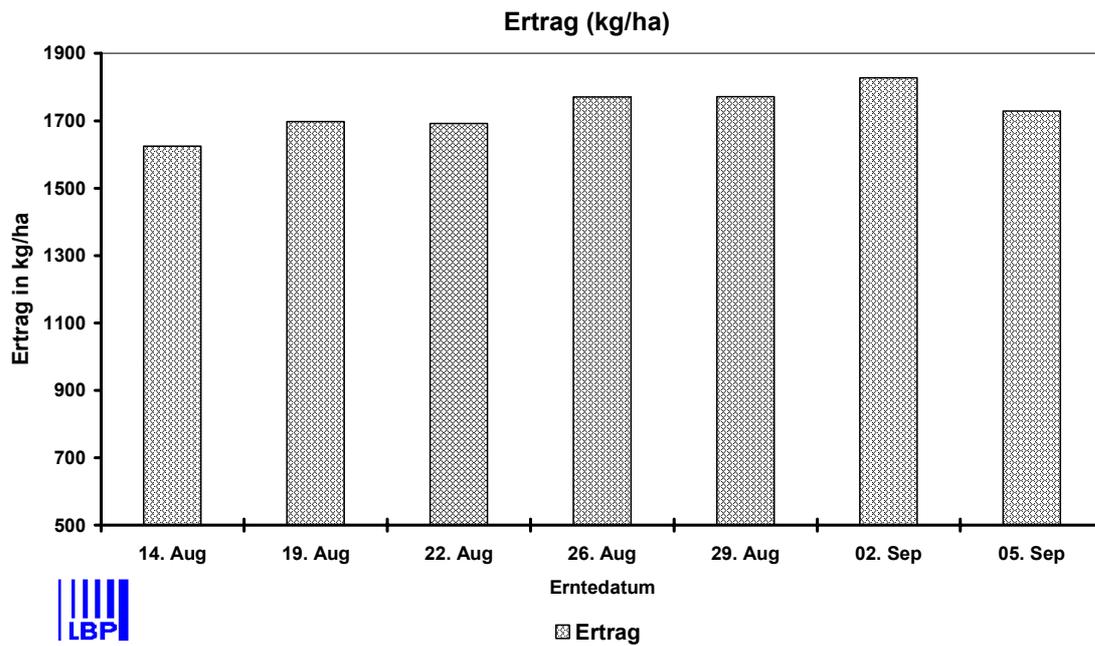
Tabelle 5.6: Durchgeführte Untersuchungen und Methoden

| | |
|---------------------------|---|
| Ertrag: | Wiegung des Grüngewichtes der Parzelle, Umrechnung mit Hilfe einer getrockneten Probe auf Trockengewicht in kg/ha bei 11 % Wassergehalt |
| Alphasäuregehalt: | Messung des Alphasäuregehaltes mit HPLC 2 Wochen nach dem jeweiligen Erntetermin, Umrechnung auf % α -Säuren bei 11 % Wassergehalt des Hopfens |
| Aroma: | Bonitierung nach der Standardmethode der Wissenschaftlichen Kommission des Internationalen Hopfenbaubüros (IHB) von 3 Fachkräften |
| Farbe und Glanz: | wie Aroma |
| Mängel: | wie Aroma |
| Befall mit Schaderregern: | wie Aroma |

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

Abbildung 5.5:

Erntezeitversuch Hallertauer Mfr. 2002



Das Aroma wurde von Mitarbeitern der LBP Hüll und gleichzeitig von Mitarbeitern der Brauerei Anheuser-Busch bonitiert. Dabei wurden von den Mitarbeitern der Brauerei Anheuser-Busch die Muster der ersten Erntezeitpunkte besser bewertet und die späten Erntezeitpunkte etwas niedriger bewertet als von den Mitarbeitern aus Hüll.

Abbildung 5.6:

Erntezeitversuch Hallertauer Mfr.2002

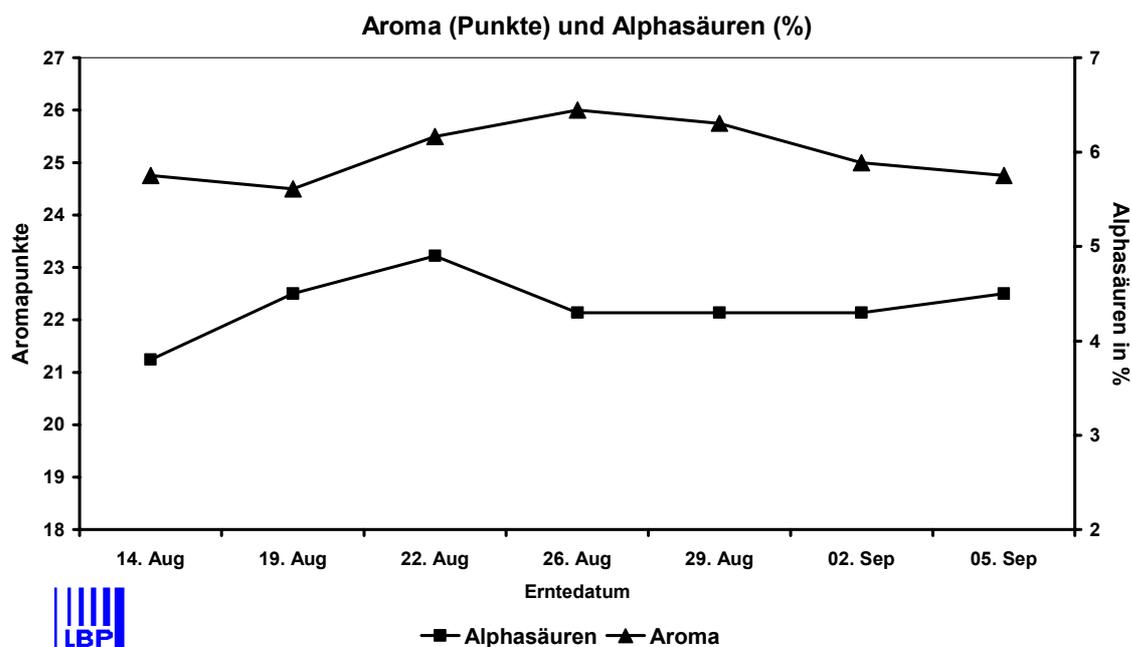
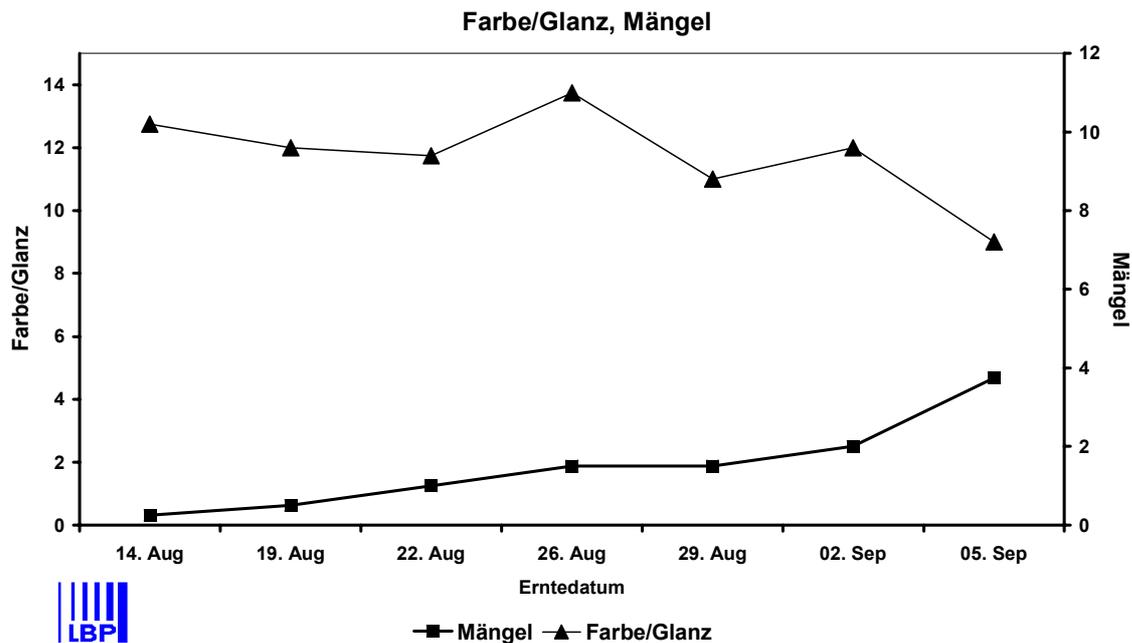


Abbildung 5.7:

Erntezeitversuch Hallertauer Mfr. 2002



5.5 Optimale Konditionierung des Hopfens

Ziele der Konditionierung

- Hopfenqualität erhalten und sichern
- Schonende Belüftung
- Gleichmäßige Homogenisierung
- Optimale Hopfenfeuchte
- Optimale Belüftungszeit

Damit diese Ziele erreicht werden, wurden in den letzten Jahren vom Sachgebiet H 2 zahlreiche Versuche und intensive Messungen zur Optimierung der Trocknung und Konditionierung des Hopfens durchgeführt.

Feuchteausgleich durch Umluft

Der optimale Wassergehalt des Hopfens frisch aus der Darre liegt zwischen 9–10 %. Durch Belüftung mit Umluft werden die unterschiedlichen Wassergehalte des inhomogenen Hopfens ausgeglichen und es erfolgt zugleich ein Feuchteausgleich zwischen Spindel und Dolddenblätter.

Die Dauer der Belüftung ist abhängig von:

- Wassergehalt des Trockenhopfens
- Gleichmäßigkeit der Trocknung
- Schütthöhe in der Kammer

Ziel sollte es sein, den Hopfen so zu trocknen, dass bereits nach der Belüftung mit Umluft der gewünschte Wassergehalt erreicht wird.

Entscheidend ist ein Messen der Belüftungsluft im Zuluftkanal

Es besteht ein Zusammenhang zwischen der relativen Feuchte der Belüftungsluft mit dem Wassergehalt des Hopfens.

Eine relative Feuchte von 60-65 % der Belüftungsluft entspricht einem Wassergehalt des Hopfens in der Kammer von 9-10 %. Dadurch kann bereits bei der Belüftung mit Umluft der Wassergehalt des Hopfens in der Kammer beurteilt werden.

Durch Mischluft schonendere und gleichmäßigere Nachbehandlung

Ist der Hopfen in der Kammer 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.

Temperatur und relative Feuchte der Belüftungsluft bestimmen Hopfenfeuchte

Bisher wurde im Zuluftkanal die relative Feuchte der Belüftungsluft gemessen.

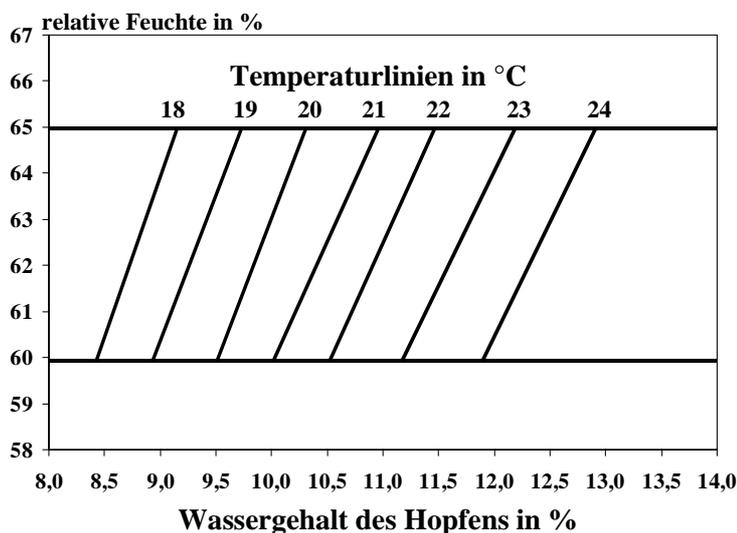
Bei gleichen Belüftungszeiten und gleicher relativer Feuchte der Belüftungsluft wurden aber immer wieder unterschiedliche Wassergehalte des Hopfens nach der Belüftung erzielt. Die Ursache liegt in den unterschiedlichen Temperaturen der Belüftungsluft.

Optimale Belüftungsluft beträgt 18-24 °C und 60-65 % r.F.

Mit Hilfe vieler ermittelter Messwerte in den unterschiedlichen Konditionierungsanlagen während der Ernte 2002 konnte ein Belüftungsdiagramm erstellt werden. Dieses stellt einen Zusammenhang zwischen dem Wassergehalt des Hopfens und der Temperatur und der relativen Feuchte der Belüftungsluft dar.

Abbildung 5.8:

Belüftungsdiagramm für Konditionierungsanlagen



Regelung der Mischluft

Die Messung der Temperatur und der relativen Luftfeuchte der Belüftungsluft erfolgt im Zu-
luftkanal.

Nach Bedarf wird Raumluft, Außenluft oder Darrabluft zugemischt, bis die gewünschte Tem-
peratur und relative Luftfeuchte der Belüftungsluft erreicht ist.

Die Steuerung erfolgt über Luftklappen, eine Automatisierung ist möglich.

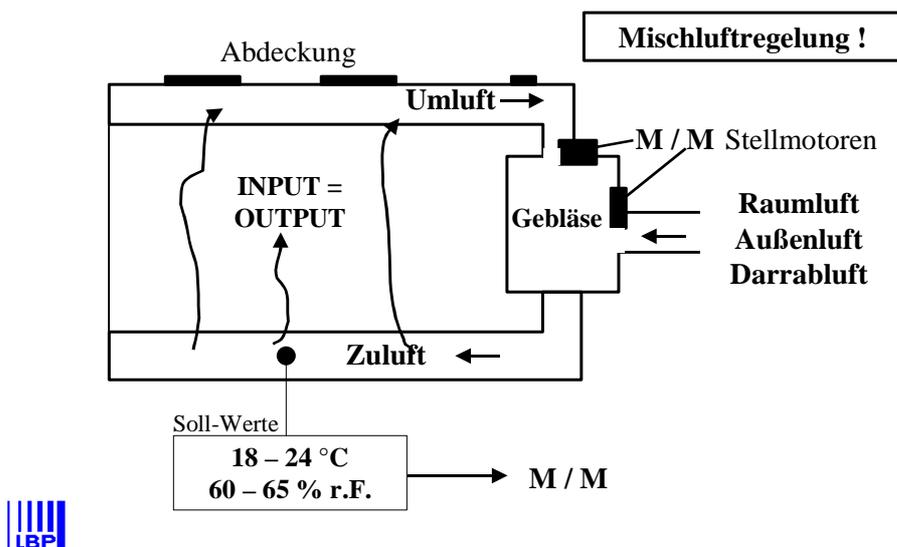
Durch Mischluft erfolgt die Nachbehandlung des Hopfens schonender, gleichmäßiger und ist
besser steuerbar.

Hinweise zur Steuerung von Belüftungsanlagen

- Ziel ist eine optimale Trocknung auf 9-10 % Wassergehalt
- Bei der Belüftung mit Umluft Beurteilung des Wassergehaltes
- Umluft bewirkt Feuchteausgleich, Korrektur mit Mischluft
- Optimaler Temperaturbereich: 18-24 °C
- Optimale relative Feuchte: 60-65 %
- Temperatur und relative Feuchte der Umluft nicht wesentlich verändern, sondern nur korrigieren! Kammerluft ist Hauptanteil der Belüftungsluft!
- Temperatur der Belüftungsluft sollte Kammertemperatur entsprechen
- Dokumentation der Messwerte des Belüftungsvorganges in einem Konditionierungsprotokoll ist sehr hilfreich
- Bei zu trockenem Hopfen relative Feuchte der Belüftungsluft schrittweise erhöhen
- Nach Ende der Belüftung sollte Hopfen bis zum Absacken noch lagern. Ruhephase des belüfteten Hopfens bis zum Pressen ist sehr wichtig!
- Wird der Hopfen mit optimaler Temperatur (18–24 °C) belüftet, ist die Stabilität der Dol-
den in Bezug auf Zerblätterung deutlich besser als bei kühleren Temperaturen!
- Gewünschte Hopfenfeuchte ist erreicht, wenn INPUT = OUTPUT

Abbildung 5.9:

Nachbehandlung des Hopfens in Konditionierungskammern



5.6 Beratungs- und Schulungstätigkeit

Neben der Forschungsarbeit im Bereich des Hopfenbaues hat das Sachgebiet H 2 die Aufgabe, die Ergebnisse der Hopfenforschung durch Spezialberatungen, Schulungen und Vorträge auf Versammlungen in die Praxis zu übertragen. Dazu gehört auch die fachliche Betreuung der Erzeugerringe für Hopfen.

Im Folgenden sind die Beratungsaktivitäten zusammengestellt, dabei werden in den letzten Jahren zunehmend neue Medien genutzt.

In schriftlicher Form werden folgende aktuelle Informationen herausgegeben:

- Das „Grüne Heft“: Hopfen – Anbau, Düngung, Pflanzenschutz, Sorten – wird jedes Jahr gemeinsam mit dem Sachgebiet H 1 sowie den Landwirtschaftsämtern (LwA) in Bayern und den entsprechenden Ämtern in den Bundesländern Baden-Württemberg, Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt aktualisiert, von der LBP an die Landwirtschaftsämter verteilt, sowie von den Erzeugerringen an alle Hopfenpflanzer in Bayern verschickt.
- Über das Ringfax werden über den Hopfenring während der Vegetationszeit nach Bedarf (etwa wöchentlich) Beratungshinweise an die beteiligten Hopfenpflanzer geschickt.
- Für das Wetterfax werden ebenfalls in wöchentlichen Abständen aktuelle Informationen zur Verfügung gestellt.
- Im Stickstoffdüngungsberatungsprogramm nach DSN (Nmin) werden die Programmdaten erarbeitet und gepflegt sowie die Ergebnisse kontrolliert und versandt.
- Über das Internet werden Fachinformationen, Hopfenbauhinweise und Versuchsergebnisse zur Verfügung gestellt (Adresse LBP.Bayern.de, neu: LfL.Bayern.de).

Über das Telefon werden folgende Informationen angeboten:

- Der Peronosporawarndienst wird vom Sachgebiet H 2 in Zusammenarbeit mit H 1b und den LwÄ jeden Arbeitstag zur Abfrage über den Anrufbeantworter erstellt (Tel. Nr. 08442/4041).
- Die Hopfenbauhinweise mit aktuellen Informationen zu Schädlingsbefall sowie der Düngung und Bodenbearbeitung über den Anrufbeantworter (Tel. Nr. 08442/91 50 84).

Zusätzlich können die Hopfenpflanzer bei speziellen Fragen die Fachberater direkt anrufen und am Telefon Auskunft erhalten oder eine Beratung am Objekt anfordern, einzelne Anfragen erfolgen auch bereits über E-Mail.

Schulungen und Versammlungen ergänzen das Informationsangebot:

- Zwei Arbeitsbesprechungen und eine Versuchsbesichtigung für die Berater der LwÄ
- Vier Schulungen für die Ringbetreuer der Hopfenerzeugerringe
- 9 Hopfenbauversammlungen in Zusammenarbeit mit den Landwirtschaftsämtern mit einer Beteiligung von ca. 50 % der Hopfenbaubetriebe in Bayern sowie weitere Versammlungen für die „Ringgruppen“ und andere Gruppen
- Versuchsführungen in Zusammenarbeit mit den Landwirtschaftsämtern bzw. dem Verband ehemaliger Landwirtschaftsschüler für die Hopfenpflanzer und die Hopfenwirtschaft.

Tabelle 5.7: Beratungs- und Schulungstätigkeit 2002

| | Anzahl | Anrufe/Teilnehmer |
|--|--------|-------------------|
| Beratungen | 4.809 | |
| Ringfax | 40 | 873 |
| Hopfenbauhinweise für Wetterfax | 12 | |
| Hopfenbauhinweise - Anrufbeantworter | 21 | 951 |
| Peronosporawarndienst - Anrufbeantworter | 75 | 10.788 |
| DSN (Nmin) | 3.993 | - |
| Hopfenbauversammlungen/Vorträge | 34 | 1.802 |
| Führungen und Schulungstage | 22 | 800 |

6 Pflanzenschutz im Hopfen 2002

Bernhard Engelhard, Dipl.Ing.agr.

6.1 Schädlinge und Krankheiten des Hopfens

6.1.1 Liebstöckelrüssler (*Otiorrhynchus ligustici* L.)

Der Liebstöckelrüsslerbefall im Vegetationsjahr 2002 kann je nach Standort als rel. gering bis durchschnittlich bezeichnet werden.

Grundsätzlich ist anzumerken, dass die Befallsflächen zunehmen und der Schädling inzwischen auch auf Standorten mit Lehm- und tonigen Lehmböden immer häufiger vorkommt.

Zur Bekämpfung steht Ultracid 40 (ohne US-Toleranz) und Karate mit Zeon Technologie (Genehmigung nach §18a) zur Verfügung.

Ultracid 40 und Karate mit Zeon Technologie sind in der Wirkung mit mittel bis gut einzustufen. Bei starkem Befall und ungünstigen Witterungsbedingungen ist der Bekämpfungserfolg jedoch nicht immer befriedigend und es kann eine Nachbehandlung nötig sein.

Die Produktion von Ultracid 40 wird eingestellt und ab Juli 2003 erfolgt ein Anwendungsverbot. Die Zulassung weiterer Produkte muss deshalb angestrebt werden.

6.1.2 Hopfenblattlaus [*Phorodon humuli* (SCHRANK)]

Der Zuflug in der Hallertau setzte schon sehr früh am 13. Mai ein. Durch den frühen und in vielen Hopfengärten ungewöhnlich starken Zuflug war die Bekämpfungsschwelle oft schon Anfang Juni erreicht. Durch gezielten Insektizideinsatz war es möglich, diesen Erstbefall gut unter Kontrolle zu halten. Die Witterungsbedingungen waren für eine sehr gute Wirkung optimal. Zur ersten Behandlung wurde fast einheitlich das Produkt Plenum 25 WP eingesetzt.

Insgesamt konnte der Blattlausbefall in der Saison 2002 wirksam bekämpft werden. Drei Gründe sind dafür zu nennen:

- die erste Bekämpfung brachte einen vollen Erfolg
- der Zuflug der Aphisfliegen endete bereits Ende Juni; normal sind während des ganzen Monats Juli noch Aphisfliegen zu finden, die weiteren Besatz bringen, und
- durch die Witterung und die extreme Blattlausentwicklung gab es sehr viele verpilzte und parasitierte Blattlausstämme.

Die Bekämpfungsschwelle von durchschnittlich 100 Läusen pro Blatt oder maximal 400 Läusen auf einzelnen Blättern bis zur Blüte hat sich bestätigt.

Leider mussten auch 2002 bei dem Produkt Confidor WG 70 wie im vergangenen Jahr Wirkungsschwächen festgestellt werden. Deshalb wurde generell bei der Verwendung von Confidor WG 70 die Mischung mit einem anderen Insektizid bzw. Akarizid empfohlen.

Besonders bei Mischungen mit Baythroid 50 wurden sehr gute Ergebnisse erzielt, obwohl in den letzten Jahren die Resistenz gegen Pyrethroide bei der Hopfenblattlaus relativ hoch waren.

6.1.3 Gemeine Spinnmilbe (*Tetranychus urticae* KOCH)

Vereinzelt wurden bereits Anfang Mai Spinnmilben festgestellt, die allerdings mit dem Entlauben und dem Entfernen der Bodentriebe unter Kontrolle gehalten werden konnten. Der Befall war von Hopfengarten zu Hopfengarten wieder sehr unterschiedlich.

Die neu eingeführte Bekämpfungsschwelle hat sich auch in dieser Saison bewährt - Voraussetzung ist die genaue Kontrolle in jedem einzelnen Hopfengarten und die Bekämpfung bei den vorgegebenen Befallsstärken. Die überdurchschnittlichen Temperaturen im Juni und die zeitweise hohen Temperaturen im Juli führten zu enormen Vermehrungsraten. War die Befallsstärke zum Zeitpunkt der Bekämpfung bereits zu hoch, konnte mit einer Spritzung der Befall nicht mehr unter Kontrolle gehalten werden – eine zweite und dritte Spritzung war notwendig. Gegen Ende der Saison waren die Akarizide nicht mehr in vollem Umfang verfügbar.

Wichtigste Erkenntnisse (nicht neu, nur wieder bestätigt): Nur die Bekämpfung bei geringem Befall führt zu guten Erfolgsquoten und trägt somit zur Einsparung von Akariziden bei.

6.1.4 Minderschädlinge

In den zurückliegenden Jahren wurde in Versuchen festgestellt, dass der Nützlingsbesatz in den Hopfengärten zunimmt. Die eingesetzten Pflanzenschutzmittel sind deutlich nützlingsschonender und selektiver als frühere Wirkstoffe. In Praxisgärten wurde beobachtet, dass auch verschiedene Insektenarten zunehmen, die bei massenhaftem Vorkommen in seltenen Fällen Hopfenpflanzen schädigen können; dazu zählen Zikaden, Thripse und verschiedene Schmetterlingsraupen. Geschädigt werden insbesondere die Hopfenblätter, seltener die Hopfendolden.

Auch im Jahr 2002 sind die Erdflöhe je nach Standort aufgetreten und haben Fraßschäden verursacht. Die warme Witterung bei Vegetationsbeginn beeinflusste die Populationsentwicklung der Erdflöhe positiv.

Für 2003 steht zur Bekämpfung von Erdfloh, Erdraupe und Schattenwickler das Produkt Karate mit Zeon Technologie (Genehmigung nach § 18a) bis zu einer Behandlungshöhe von 50 cm zur Verfügung.

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

Befallsentwicklung

Am 22. Mai überschritten die Zoosporangienzahlen zum ersten Mal die Bekämpfungsschwelle und es folgte ein Spritzaufruf für die anfälligen Sorten.

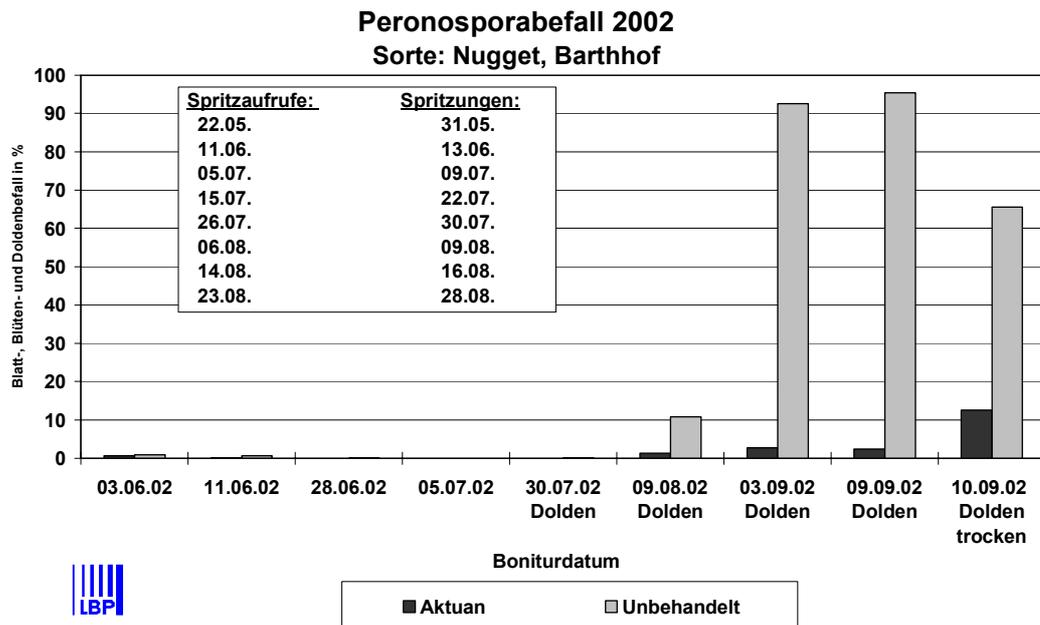
In der Saison 2002 gab es insgesamt acht Spritzaufufe, für die toleranten Sorten gab es nur vier Aufrufe und einen Spritzaufruf für die spätreifen Sorten. Die Gesamtzahl der notwendigen Spritzungen lag damit deutlich über dem langjährigen Durchschnitt.

Beobachtungen in unbehandelten Parzellen zeigen, dass in der ersten Hälfte der Saison eventuell eine Spritzung hätte eingespart werden können. Die Spritzaufufe ab 26. Juli waren jedoch in der Anzahl und der kurzen Zeitfolge voll gerechtfertigt und notwendig. In Hopfengärten, in denen die Spritzungen nicht durchgeführt wurden, waren große Schäden zu verzeichnen.

Ein Problem sind Infektionsquellen, die mit wenig Aufwand eliminiert werden könnten:

- Wildhopfen in Hecken, Böschungen und Waldrändern
- peronosporabefallene Anzuchtbeete in der Nähe von Hopfengärten
- schlecht gerodete Hopfengärten

Abbildung 6.1:



6.1.6 Echter Mehltau (*Sphaerotheca humuli* BURR.)

Gebietsweise trat der Echte Mehltau bereits Ende Mai auf. Da keine Fungizide zugelassen sind, die bereits vorhandenen Befall bekämpfen können, muss diese Krankheit vorbeugend gespritzt werden.

Werden Spritzungen zu spät oder in zu großen Intervallen durchgeführt, breitet sich der Echte Mehltau so stark aus, dass er nicht mehr unter Kontrolle gebracht werden kann und erhebliche Qualitäts- und Ertragseinbußen zur Folge hat.

An dem Versuchsstandort Hofen kam es zu einer mittleren Mehltauinfektion.

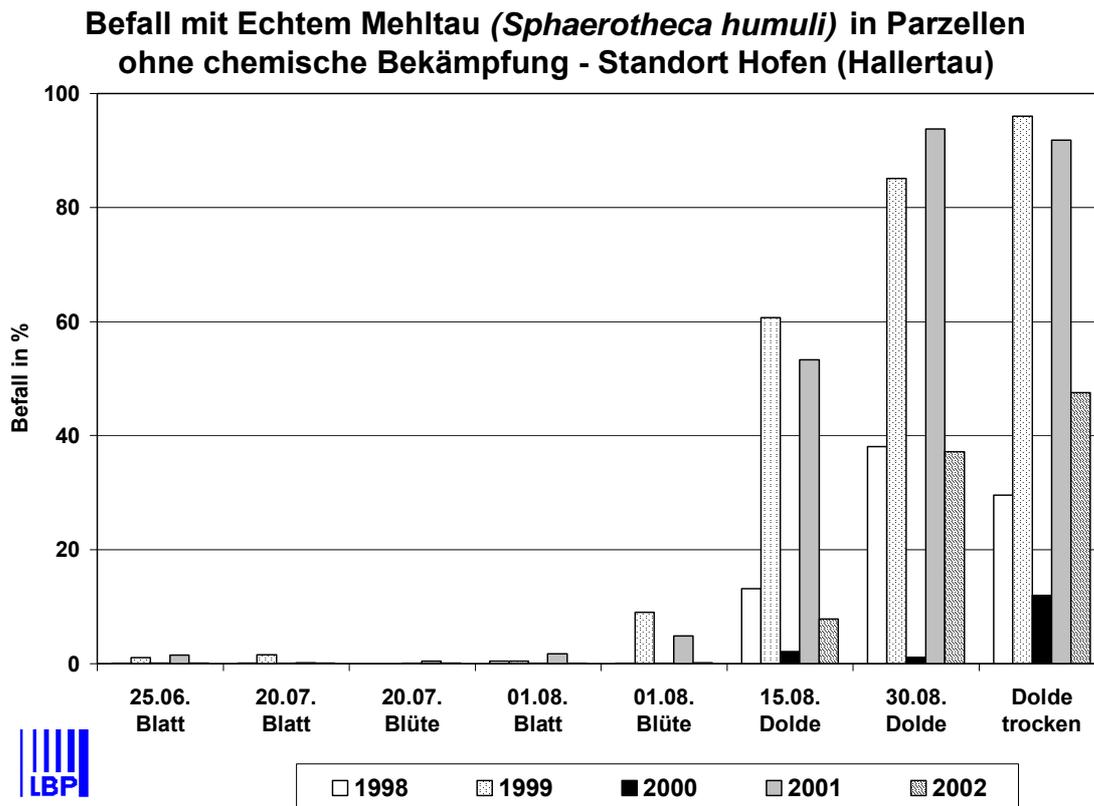
(siehe Abbildung 6.2).

Die Prüfung und Zulassung weiterer Mehltaubekämpfungsmittel ist dringend notwendig, um im Sinne einer Resistenzstrategie Wirkstoffwechsel durchführen zu können. Während in Kulturen wie Winterweizen der Infektionszeitraum 4-6 Wochen beträgt, muss im Hopfen der Mehltau 3-4 Monate unter Kontrolle gehalten werden.

Die Forschung konzentriert sich zur Zeit darauf, den Zeitpunkt der Erstinfektionen zu bestimmen. Es werden dazu

- in Klimaschränken die Kleistothecien (Winterform) bei verschiedenen Temperaturbedingungen beobachtet und
- unter Freilandbedingungen junge Hopfenpflanzen (April – Juni) unter stark mehltaubefallenen Hopfendolden und –blätter aus dem Vorjahr gestellt. Durch regelmäßiges Auswechseln der Jungpflanzen soll der Zeitpunkt der Freilassung der Wintersporen festgestellt werden.

Abbildung 6.2:



6.1.7 Botrytis (*Botrytis cinerea* PERS.)

In den letzten Jahren hat der Infektionsdruck bei Botrytis generell zugenommen.

Die Sorte Hallertauer Merkur bestätigt die im Züchtungsverfahren festgestellte hohe Anfälligkeit gegen diese Krankheit. Hallertauer Magnum war in diesem Jahr allerdings wieder ähnlich stark befallen.

Die Infektionen erfolgten 2002 ungewöhnlich spät. Bisher waren Schadsymptome bereits kurz nach der Doldenausbildung sichtbar; in dieser Saison war das Schadausmaß erst kurz vor der Ernte zu erkennen.

Gegen diese Krankheit ist kein Fungizid im Hopfen zugelassen. Einzelne Produkte (Ortiva, Folpan 80 WDG) bringen eine Nebenwirkung, die jedoch bei hohem Infektionsdruck nicht für eine volle Wirkung ausreichen.

6.2 Mykologische Untersuchungen

Im Berichtszeitraum wurden 46 Rebenproben untersucht. Eine Rebenprobe besteht aus 2-3 Reben. Diese werden im Ethanol 98 %ig getaucht, abgeflammt und der Länge nach mit einem ebenfalls abgeflammt Rasiermesser halbiert.

Diese Rebenhälften werden in Schalen gelegt, die mit angefeuchtetem Filterpapier ausgelegt sind und verdeckelt werden.

Nach 3-5 Tagen bei Zimmertemperatur inkubiert entwickelt sich ein Mycel, das untersucht wird. Bei Befall mit *Verticillium* werden einige abgeimpft auf einem Nährboden und eine Einzelsporkultur davon angelegt.

Tabelle 6.1: Rebenuntersuchungen 2002

| Sorte | Proben Anzahl | Befall mit | | | |
|------------------|---------------|--------------|----------|-------------------------|-------------|
| | | Verticillium | Fusarium | Verticillium + Fusarium | ohne Befall |
| Magnum | 2 | - | - | - | 2 |
| Hallertauer Mfr. | 16 | 5 | - | - | 11 |
| Perle | 8 | 6 | - | - | 2 |
| Tradition | 13 | 6 | - | - | 7 |
| Hersbrucker | 1 | - | - | - | 1 |
| Northern Brewer | 1 | - | - | - | 1 |
| Taurus | 3 | 3 | - | - | - |
| Select | 3 | - | - | - | 3 |
| Merkur | 6 | 1 | - | - | 5 |

6.3 Virusfreies Pflanzgut

Im Jahre 2002 wurden 4368 Pflanzen auf Virus untersucht.

- **Arbeitsbereich Züchtung**
855 Mutterpflanzen auf ApMV und HMV
- **Vermehrungsbetrieb Eickelmann**
616 Mutterpflanzen auf ApMV und HMV
davon: 16 Hersbrucker
97 Hallertauer Magnum
19 Hallertauer Mittelfrüher
99 Hallertauer Merkur
92 Perle
4 Spalter Select
30 Hallertauer Tradition
40 Hallertauer Taurus
164 Saphir

56 Jungpflanzen auf ApMV und HMV zur Kontrolle
- **Ring Hallertau**
534 ApMV für B-Zertifikate und Bestätigungen
- **Ring Hallertau für Buschfarm**
336 ApMV und HMV
- **Eigene Untersuchungen**
67 ApMV
153 HMV

7 Qualität, Chemie und Technologie des Hopfens

Dr. Klaus Kamhuber, Dipl. Chemiker

7.1 Allgemeines

Früher wurde der Hopfen allein durch Handbonitierung beurteilt und sensorisch bewertet. Mit dem Aufkommen der modernen Analytik gewannen die analytischen Daten eine immer größere Bedeutung. Von allen Inhaltsstoffen des Hopfens sind für die Bierbrauer primär die α -Säuren von größtem Interesse. Der Einsatz von β -Säuren als Konservierungsmittel in der Lebensmittelindustrie wird zur Zeit erforscht. In der Zuckerindustrie wurde untersucht, ob Formalin durch Hopfenprodukte prinzipiell ersetzt werden kann. Die ätherischen Öle sorgen für die Hopfenblume im Bier, vor allem Linalool wird als Indikator für ein gutes Hopfenaroma angesehen (Dissertation D. Kaltner).

Die Polyphenole besitzen ein hohes positives Potential für die Gesundheit, da sie natürliche Antioxidantien darstellen und freie Radikale einfangen können. Besonders Xanthohumol erlangte in den letzten Jahren großes öffentliches Interesse. Auch das Krebsforschungszentrum in Heidelberg hat erste Versuche mit Xanthohumol unternommen.

Im Aufgabenbereich H 1a werden alle zur Unterstützung der Versuchsfragen des Abschnitt Hopfens benötigten analytischen Untersuchungen durchgeführt.

7.2 Zuchtprogramme

Wie in den vorhergehenden Jahren richtete sich die Züchtung in Hüll auch im Jahr 2002 nach den Kriterien, die am 17.01.1997 bei einer Besprechung über „Strategien in der Sortenpolitik bei Hopfen und Ziele der Hopfenzüchtung“ festgelegt wurden.

Zuchtziele

- **Aromasorten**

Bei den Aromasorten werden Sorten mit den Merkmalen des Saazer Formenkreises wie z.B. Spalter Select gewünscht, die gesicherte Erträge von 40 Ztr./ha sowie gesicherte α -Säuregehalte von 4 % bei niedrigem Cohumulongehalt gewährleisten.

- **Bittersorten**

Bei den Bittersorten sind Edel- und Hochalphasorten wie Hallertauer Magnum und Hallertauer Taurus mit verbesserter Mehltaresistenz Ziele der Züchtung. Gleichzeitig sollen Hohertragssorten mit α -Säuregehalten von 12 – 13 % und guten Resistenzeigenschaften gezüchtet werden.

7.2.1 Zuchtprogramm Aromasorten

In Tabelle 7.1. sind die Untersuchungsergebnisse einiger Aromastämme der Ernte 2001 mit Kriterien des Saazer Formenkreises im Vergleich zu den Sorten Spalter Select, Spalter und Tettninger zusammengestellt. Einige Zuchtstämme haben einen α -Säuregehalt von fast 10 % mit Cohumulonanteilen von unter 20 %.

Tabelle 7.1: Zuchtstämme mit Kriterien des Saazer Formenkreises, α -Säuregehalten über 4 % und niedrigen Cohumulongehalten, Ernte 2001

| Zuchtstamm | Myrcen | 2-M.-iso- butyrat | Sub. 14b | Sub. 15b | Lina- lool | Aroma- dendren | Unde- canon | Humu- len | Farne- sen | \square -Muu- rolen | β -Se- linen | α -Se- linen | Cadi- nen | Seli- nadien | Gera- niol | α -Säu- ren | β -Säu- ren | β : α | Cohu- mulon | Colupu- lon |
|----------------|--------|----------------------|-------------|-------------|---------------|-------------------|----------------|--------------|---------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|--------------|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------|--------------------|----------------|----------------|
| Spalter Select | 2650 | 77 | 38 | 9 | 101 | 27 | 25 | 245 | 28 | 16 | 48 | 45 | 23 | 62 | 0 | 4,57 | 4,43 | 0,97 | 20,7 | 41,6 |
| Spalter | 3178 | 3 | 3 | 5 | 24 | 0 | 13 | 282 | 57 | 9 | 3 | 2 | 18 | 0 | 0 | 5,31 | 5,67 | 1,07 | 24,9 | 42,3 |
| Tettnanger | 2831 | 6 | 4 | 5 | 35 | 0 | 14 | 297 | 45 | 10 | 4 | 3 | 19 | 0 | 0 | 4,87 | 5,10 | 1,05 | 24,5 | 41,7 |
| 87/024/003 | 5197 | 51 | 14 | 22 | 36 | 3 | 6 | 235 | 21 | 6 | 3 | 3 | 16 | 20 | 0 | 7,46 | 6,44 | 0,86 | 14,7 | 34,6 |
| 87/024/067 | 1908 | 102 | 16 | 11 | 47 | 2 | 9 | 222 | 23 | 12 | 4 | 2 | 19 | 0 | 0 | 7,39 | 5,97 | 0,81 | 15,3 | 39,3 |
| 89/002/025 | 4955 | 93 | 3 | 8 | 36 | 0 | 7 | 200 | 62 | 7 | 2 | 2 | 15 | 0 | 0 | 9,04 | 7,29 | 0,81 | 18,0 | 50,4 |
| 93/053/033 | 895 | 122 | 7 | 5 | 24 | 0 | 20 | 304 | 30 | 12 | 4 | 2 | 21 | 0 | 0 | 6,12 | 6,24 | 1,02 | 19,5 | 39,7 |
| 93/059/005 | 3971 | 74 | 12 | 7 | 45 | 4 | 13 | 304 | 54 | 8 | 3 | 2 | 15 | 0 | 0 | 4,44 | 6,64 | 1,50 | 21,2 | 40,8 |
| 93/081/016 | 2719 | 70 | 13 | 5 | 40 | 4 | 10 | 282 | 45 | 8 | 1 | 1 | 16 | 0 | 0 | 4,25 | 6,67 | 1,57 | 19,5 | 39,3 |
| 93/092/006 | 1435 | 3 | 7 | 3 | 38 | 7 | 24 | 330 | 20 | 11 | 4 | 3 | 20 | 0 | 0 | 4,56 | 4,32 | 0,95 | 19,2 | 40,1 |
| 94/022/067 | 1066 | 5 | 10 | 3 | 10 | 0 | 4 | 293 | 25 | 8 | 3 | 2 | 16 | 0 | 0 | 4,30 | 2,81 | 0,65 | 17,4 | 36,9 |
| 94/075/720 | 5814 | 171 | 5 | 12 | 16 | 4 | 10 | 119 | 22 | 7 | 52 | 59 | 14 | 0 | 0 | 9,26 | 8,45 | 0,91 | 14,8 | 34,9 |
| 97/014/009 | 1941 | 199 | 4 | 3 | 44 | 0 | 19 | 288 | 30 | 9 | 4 | 5 | 19 | 2 | 0 | 8,12 | 7,13 | 0,88 | 17,5 | 39,3 |
| 98/004/007 | 2994 | 143 | 6 | 10 | 62 | 3 | 14 | 308 | 41 | 10 | 4 | 2 | 21 | 0 | 0 | 4,81 | 4,66 | 0,97 | 23,1 | 45,2 |
| 98/028/719 | 2370 | 16 | 6 | 10 | 30 | 1 | 7 | 239 | 23 | 9 | 3 | 2 | 16 | 0 | 0 | 4,08 | 3,73 | 0,91 | 25,7 | 46,8 |
| 99/012/001 | 736 | 19 | 2 | 5 | 15 | 14 | 13 | 187 | 26 | 11 | 21 | 21 | 17 | 34 | 0 | 6,15 | 2,26 | 0,37 | 22,7 | 46,8 |
| 99/015/026 | 2261 | 19 | 28 | 11 | 11 | 5 | 36 | 301 | 47 | 9 | 3 | 2 | 19 | 0 | 0 | 8,49 | 8,25 | 0,97 | 17,5 | 38,4 |
| 99/025/021 | 1317 | 21 | 4 | 2 | 26 | 21 | 16 | 229 | 29 | 11 | 27 | 28 | 18 | 50 | 0 | 7,38 | 4,33 | 0,59 | 22,8 | 43,9 |
| 99/036/003 | 1935 | 127 | 27 | 3 | 34 | 0 | 17 | 40 | 36 | 6 | 188 | 196 | 14 | 0 | 0 | 6,73 | 3,38 | 0,50 | 25,7 | 46,2 |
| 99/038/704 | 3252 | 98 | 228 | 13 | 42 | 10 | 31 | 329 | 26 | 12 | 14 | 8 | 26 | 6 | 11 | 6,29 | 5,06 | 0,80 | 23,0 | 41,6 |
| 99/038/716 | 3759 | 36 | 72 | 31 | 16 | 5 | 23 | 308 | 33 | 9 | 6 | 4 | 19 | 0 | 0 | 7,23 | 4,00 | 0,55 | 24,1 | 46,5 |

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

7.2.2 Zuchtprogramm Bittersorten

Tabelle 7.2 zeigt Zuchtstämme mit hohen α -Säuregehalten ab 12 % und Cohumulonanteilen von weniger als 25 % im Vergleich zu Hallertauer Magnum, Hallertauer Merkur und Hallertauer Taurus an verschiedenen Standorten (Ernte 2001). Von allen kommerziell angebauten Sorten hat die Sorte Hallertauer Taurus im Durchschnitt den höchsten α -Säuregehalt, gefolgt von Hallertauer Magnum und Hallertauer Merkur. Der α -Säuregehalt der Sorte Hallertauer Merkur ist etwas geringer als bei der Sorte Hallertauer Magnum. Die Sorte Hallertauer Merkur zeichnet sich jedoch mit einem für eine Hochalphasorte sehr niedrigem Cohumulongehalt und einer guten Resistenz gegenüber Mehltau aus. Im Zuchtmaterial sind auch noch andere vielversprechende Stämme vorhanden, die hohe α -Säuregehalte bei niedrigen Cohumulonanteilen aufweisen.

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 2001. Sie kann als Hilfsmittel dienen, unbekannte Hopfensorten einem bestimmten Sortentyp zuzuordnen.

Tabelle 7.2: Zuchtprogramm „Bittersorten“, Ernte 2001

| Sorte/Zuchtstamm | α -Säuren | β -Säuren | β : α | Cohumulon | Colupulon |
|--------------------|------------------|-----------------|--------------------|-----------|-----------|
| Hallertauer Magnum | 16,47 | 8,07 | 0,49 | 24,5 | 44,5 |
| Hallertauer Magnum | 16,05 | 5,01 | 0,31 | 20,5 | 44,2 |
| Hallertauer Merkur | 16,16 | 5,48 | 0,34 | 18,4 | 42,7 |
| Hallertauer Merkur | 14,15 | 6,84 | 0,48 | 16,4 | 40,7 |
| Hallertauer Taurus | 17,04 | 5,11 | 0,30 | 21,9 | 45,6 |
| Hallertauer Taurus | 16,39 | 5,46 | 0,34 | 20,7 | 41,8 |
| 84/012/019 | 12,40 | 6,55 | 0,53 | 24,7 | 47,6 |
| 91/045/021 | 12,03 | 4,16 | 0,35 | 21,1 | 41,8 |
| 92/085/766 | 15,69 | 9,17 | 0,58 | 17,8 | 40,0 |
| 93/005/020 | 12,12 | 5,94 | 0,49 | 19,1 | 41,0 |
| 93/010/034 | 12,75 | 3,81 | 0,30 | 22,0 | 41,4 |
| 93/025/701 | 13,10 | 7,56 | 0,58 | 22,1 | 44,2 |
| 93/026/706 | 12,30 | 4,83 | 0,39 | 21,7 | 42,9 |
| 93/034/765 | 13,28 | 4,05 | 0,31 | 23,4 | 43,5 |
| 93/100/059 | 15,54 | 9,82 | 0,63 | 16,6 | 39,6 |
| 94/057/779 | 13,83 | 4,69 | 0,34 | 21,6 | 42,3 |
| 94/074/025 | 15,05 | 5,15 | 0,34 | 22,8 | 45,5 |
| 94/075/758 | 16,04 | 7,84 | 0,49 | 19,3 | 39,1 |
| 94/075/761 | 16,20 | 6,45 | 0,40 | 15,1 | 31,5 |

Fortsetzung Tabelle 7.2

| Sorte/Zuchtstamm | α -Säuren | β -Säuren | β : α | Cohumulon | Colupulon |
|------------------|------------------|-----------------|--------------------|-----------|-----------|
| 95/066/003 | 13,35 | 6,78 | 0,51 | 23,8 | 44,1 |
| 95/083/769 | 14,36 | 4,01 | 0,28 | 23,2 | 48,6 |
| 95/093/702 | 19,36 | 4,85 | 0,25 | 23,4 | 44,0 |
| 95/094/850 | 14,31 | 4,72 | 0,33 | 24,6 | 45,0 |
| 95/096/008 | 15,24 | 5,40 | 0,35 | 15,0 | 36,7 |
| 95/099/748 | 12,36 | 5,26 | 0,43 | 24,6 | 45,0 |
| 95/103/735 | 16,72 | 5,84 | 0,35 | 22,5 | 44,6 |
| 95/110/747 | 15,17 | 4,96 | 0,33 | 20,2 | 42,9 |
| 96/069/037 | 13,36 | 5,10 | 0,38 | 20,3 | 39,3 |
| 98/057/011 | 12,29 | 4,16 | 0,34 | 17,1 | 36,7 |
| 98/064/715 | 12,58 | 4,75 | 0,38 | 22,9 | 44,0 |
| 98/087/015 | 14,30 | 6,17 | 0,43 | 24,7 | 49,2 |
| 98/094/002 | 13,96 | 6,21 | 0,44 | 23,1 | 45,6 |
| 98/097/704 | 13,79 | 5,41 | 0,39 | 22,1 | 46,1 |
| 98/101/710 | 12,46 | 3,69 | 0,30 | 23,2 | 47,8 |
| 98/103/021 | 13,61 | 4,99 | 0,37 | 17,6 | 35,6 |
| 98/105/727 | 16,04 | 5,33 | 0,33 | 22,4 | 48,9 |
| 98/106/733 | 13,91 | 6,95 | 0,50 | 19,3 | 41,5 |
| 99/038/012 | 12,80 | 4,51 | 0,35 | 17,7 | 36,2 |
| 99/041/001 | 14,46 | 3,65 | 0,25 | 21,5 | 41,4 |
| 99/055/013 | 13,58 | 3,99 | 0,29 | 24,4 | 48,5 |
| 99/056/021 | 15,35 | 4,77 | 0,31 | 24,1 | 44,1 |
| 99/060/011 | 17,74 | 5,40 | 0,30 | 24,2 | 45,5 |
| 99/060/016 | 12,94 | 3,51 | 0,27 | 19,9 | 44,9 |
| 99/061/009 | 19,25 | 4,43 | 0,23 | 18,3 | 36,0 |
| 99/062/735 | 17,20 | 4,39 | 0,26 | 23,1 | 43,6 |
| 99/065/004 | 16,56 | 4,01 | 0,24 | 19,1 | 37,1 |
| 99/066/705 | 14,44 | 4,21 | 0,29 | 22,8 | 43,6 |
| 99/067/715 | 12,10 | 4,86 | 0,40 | 24,1 | 48,7 |
| 99/070/019 | 13,46 | 4,04 | 0,30 | 21,2 | 41,9 |
| 99/075/729 | 12,99 | 4,77 | 0,37 | 17,3 | 41,3 |
| 99/082/726 | 13,92 | 6,22 | 0,45 | 22,9 | 48,0 |
| 99/084/705 | 12,59 | 3,68 | 0,29 | 21,0 | 46,0 |
| 99/086/021 | 13,06 | 3,77 | 0,29 | 22,9 | 45,1 |
| 99/090/003 | 13,73 | 5,61 | 0,41 | 24,5 | 50,7 |
| 99/093/718 | 17,84 | 5,77 | 0,32 | 23,6 | 48,6 |

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

Tabelle 7.3: Welthopfensortiment, Ernte 2001

| Sorte/ Bezeichnung | Myrcen | 2-M-iso- butyrat | Sub. 14b | Sub. 15 | Lina- lool | Aroma- dendren | Unde- canon | Humu- len | Farne- sen | □ -Muu- rolen | β-Seli- nen | α-Seli- nen | Cadi- nen | Seli- nadien | Gera- niol | α -Säu- ren | β-Säu- ren | β: α | Cohu- mulon | Colu- pulon |
|-----------------------|--------|---------------------|-------------|------------|---------------|-------------------|----------------|--------------|---------------|------------------|----------------|----------------|--------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|------|----------------|----------------|
| Ahil | 4432 | 361 | 36 | 4 | 18 | 3 | 7 | 189 | 55 | 8 | 8 | 6 | 16 | 2 | 0 | 9,38 | 4,02 | 0,43 | 32,5 | 55,5 |
| Alliance | 1097 | 80 | 1 | 1 | 20 | 0 | 5 | 293 | 6 | 9 | 4 | 3 | 18 | 0 | 0 | 4,56 | 2,62 | 0,57 | 31,6 | 53,0 |
| Alpharoma | 1747 | 192 | 26 | 15 | 14 | 5 | 16 | 321 | 13 | 12 | 20 | 19 | 20 | 0 | 0 | 7,16 | 2,92 | 0,41 | 25,6 | 50,9 |
| Apolon | 2750 | 61 | 39 | 5 | 23 | 0 | 3 | 199 | 35 | 8 | 8 | 5 | 15 | 0 | 2 | 6,25 | 3,43 | 0,55 | 26,7 | 48,1 |
| Aquila | 3386 | 70 | 4 | 105 | 24 | 45 | 19 | 14 | 0 | 13 | 75 | 73 | 14 | 106 | 4 | 5,66 | 3,85 | 0,68 | 50,2 | 72,7 |
| Aromat | 1997 | 28 | 5 | 7 | 42 | 0 | 18 | 315 | 19 | 11 | 12 | 8 | 23 | 0 | 0 | 3,62 | 4,41 | 1,22 | 23,3 | 40,6 |
| Atlas | 2922 | 606 | 27 | 8 | 20 | 0 | 3 | 178 | 33 | 8 | 10 | 7 | 14 | 0 | 4 | 6,40 | 3,46 | 0,54 | 40,4 | 63,0 |
| Aurora | 8012 | 178 | 5 | 38 | 51 | 0 | 21 | 217 | 40 | 6 | 2 | 2 | 11 | 0 | 0 | 9,47 | 4,15 | 0,44 | 21,8 | 50,1 |
| Backa | 1697 | 451 | 4 | 13 | 26 | 0 | 8 | 291 | 14 | 11 | 4 | 3 | 21 | 0 | 2 | 7,93 | 5,93 | 0,75 | 42,2 | 64,2 |
| Belgischer Spalter | 2050 | 112 | 2 | 8 | 27 | 9 | 9 | 172 | 0 | 10 | 35 | 37 | 16 | 54 | 0 | 4,47 | 3,26 | 0,73 | 25,4 | 49,1 |
| Blisk | 4589 | 221 | 31 | 6 | 24 | 0 | 9 | 195 | 92 | 8 | 6 | 5 | 15 | 2 | 0 | 9,82 | 4,00 | 0,41 | 32,8 | 57,3 |
| Bobek | 7734 | 91 | 17 | 62 | 58 | 0 | 23 | 269 | 35 | 8 | 3 | 2 | 14 | 0 | 0 | 6,25 | 5,43 | 0,87 | 23,0 | 44,4 |
| Braustern | 3273 | 93 | 2 | 34 | 11 | 0 | 5 | 260 | 0 | 8 | 2 | 2 | 16 | 0 | 0 | 8,30 | 5,10 | 0,61 | 25,4 | 47,7 |
| Brewers Gold | 1415 | 313 | 11 | 8 | 15 | 0 | 1 | 180 | 0 | 8 | 9 | 8 | 15 | 0 | 0 | 5,84 | 3,88 | 0,67 | 41,7 | 68,3 |
| Brewers Stand | 19871 | 985 | 45 | 54 | 77 | 33 | 20 | 44 | 0 | 71 | 95 | 87 | 123 | 116 | 8 | 7,64 | 4,53 | 0,59 | 28,9 | 51,1 |
| Buket | 3795 | 235 | 4 | 57 | 35 | 0 | 18 | 252 | 18 | 10 | 4 | 3 | 18 | 0 | 0 | 7,96 | 4,10 | 0,51 | 21,8 | 52,9 |
| Bullion | 1259 | 213 | 19 | 11 | 16 | 0 | 2 | 170 | 0 | 9 | 10 | 9 | 16 | 0 | 0 | 5,41 | 4,32 | 0,80 | 38,6 | 63,6 |
| Cascade | 4369 | 430 | 39 | 12 | 27 | 0 | 8 | 264 | 17 | 13 | 17 | 12 | 25 | 0 | 0 | 5,21 | 4,96 | 0,95 | 34,6 | 52,5 |
| Chang bei no 2 | 2147 | 24 | 7 | 3 | 36 | 0 | 18 | 267 | 12 | 10 | 19 | 18 | 18 | 23 | 0 | 4,21 | 4,38 | 1,04 | 21,1 | 42,5 |
| Chang bei no 1 | 2006 | 23 | 7 | 4 | 39 | 0 | 15 | 263 | 11 | 10 | 18 | 19 | 18 | 25 | 0 | 4,15 | 4,39 | 1,06 | 20,6 | 41,8 |
| College Cluster | 1039 | 223 | 22 | 9 | 9 | 0 | 5 | 170 | 0 | 7 | 8 | 7 | 13 | 0 | 0 | 5,37 | 1,86 | 0,35 | 28,3 | 49,1 |
| Columbia | 621 | 30 | 24 | 3 | 19 | 0 | 8 | 327 | 0 | 14 | 24 | 23 | 25 | 0 | 0 | 4,54 | 6,14 | 1,35 | 18,4 | 32,4 |

Fortsetzung Tabelle 7.3

| Sorte/ Bezeichnung | Myrcen | 2-M-iso- butyrat | Sub. 14b | Sub. 15 | Lina- lool | Aroma- dendren | Unde- canon | Humu- len | Farne- sen | □ -Muu- rolen | β-Seli- nen | α-Seli- nen | Cadi- nen | Seli- nadien | Gera- niol | α-Säu- ren | β-Säu- ren | β:α | Cohu- mulon | Colu- pulon |
|-----------------------|--------|---------------------|-------------|------------|---------------|-------------------|----------------|--------------|---------------|------------------|----------------|----------------|--------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|------|----------------|----------------|
| Columbus | 4294 | 164 | 26 | 10 | 14 | 0 | 6 | 166 | 0 | 19 | 16 | 15 | 35 | 19 | 3 | 11,90 | 4,67 | 0,39 | 35,9 | 59,6 |
| Comet | 1391 | 48 | 8 | 20 | 11 | 0 | 2 | 7 | 0 | 2 | 43 | 44 | 4 | 14 | 1 | 8,71 | 4,26 | 0,49 | 39,5 | 60,3 |
| Crystal | 4391 | 461 | 38 | 108 | 7 | 11 | 5 | 165 | 0 | 7 | 11 | 11 | 12 | 0 | 0 | 10,28 | 8,20 | 0,80 | 39,8 | 64,0 |
| Density | 1455 | 86 | 6 | 5 | 36 | 0 | 12 | 291 | 0 | 9 | 9 | 7 | 16 | 0 | 0 | 4,07 | 3,54 | 0,87 | 35,9 | 60,0 |
| Dunav | 1200 | 91 | 3 | 32 | 9 | 0 | 7 | 211 | 7 | 9 | 3 | 2 | 18 | 0 | 0 | 5,97 | 6,13 | 1,03 | 24,7 | 55,0 |
| Early Choice | 2740 | 117 | 2 | 12 | 13 | 0 | 6 | 273 | 0 | 8 | 43 | 46 | 16 | 0 | 0 | 3,12 | 1,63 | 0,52 | 33,7 | 52,6 |
| Eastern Gold | 1861 | 1 | 1 | 4 | 11 | 0 | 4 | 212 | 9 | 20 | 10 | 8 | 39 | 10 | 0 | 10,64 | 5,39 | 0,51 | 28,8 | 45,6 |
| Eastwell Golding | 1852 | 79 | 2 | 9 | 17 | 0 | 6 | 310 | 0 | 9 | 3 | 2 | 17 | 0 | 0 | 6,75 | 3,72 | 0,55 | 26,1 | 48,9 |
| Emerald | 1696 | 31 | 4 | 10 | 7 | 0 | 5 | 305 | 0 | 7 | 3 | 2 | 15 | 0 | 0 | 6,69 | 5,90 | 0,88 | 25,8 | 45,6 |
| Estera | 4004 | 256 | 2 | 7 | 40 | 0 | 8 | 289 | 19 | 10 | 5 | 3 | 17 | 0 | 0 | 4,64 | 2,80 | 0,60 | 29,4 | 50,7 |
| First Gold | 5779 | 467 | 2 | 19 | 28 | 4 | 12 | 266 | 14 | 8 | 94 | 111 | 23 | 0 | 0 | 8,05 | 3,58 | 0,44 | 31,1 | 57,6 |
| Fuggle | 3671 | 124 | 0 | 9 | 22 | 0 | 7 | 275 | 26 | 8 | 4 | 3 | 17 | 0 | 0 | 6,28 | 3,38 | 0,54 | 28,5 | 49,4 |
| Ging dao do hua 791 | 5639 | 967 | 2 | 7 | 21 | 0 | 11 | 273 | 0 | 19 | 48 | 48 | 36 | 0 | 4 | 4,59 | 5,60 | 1,22 | 48,2 | 69,9 |
| Golden Star | 4626 | 897 | 3 | 6 | 25 | 0 | 13 | 281 | 11 | 18 | 42 | 42 | 32 | 0 | 5 | 3,71 | 4,51 | 1,22 | 47,9 | 69,2 |
| Granit | 1961 | 150 | 9 | 10 | 10 | 3 | 17 | 216 | 0 | 7 | 9 | 8 | 15 | 0 | 0 | 6,85 | 4,61 | 0,67 | 23,9 | 46,8 |
| Green Bullet | 4677 | 331 | 19 | 13 | 31 | 0 | 18 | 300 | 0 | 9 | 10 | 8 | 16 | 0 | 0 | 3,78 | 3,72 | 0,98 | 42,4 | 69,0 |
| Hallertauer Gold | 2261 | 82 | 22 | 5 | 31 | 0 | 8 | 311 | 0 | 9 | 4 | 2 | 16 | 0 | 0 | 5,88 | 6,10 | 1,04 | 19,8 | 40,0 |
| Hallertauer Magnum | 4663 | 114 | 35 | 16 | 9 | 0 | 4 | 283 | 0 | 6 | 4 | 3 | 12 | 0 | 0 | 14,08 | 6,73 | 0,48 | 25,9 | 46,2 |
| Hallertauer Merkur | 4353 | 142 | 8 | 8 | 19 | 2 | 5 | 299 | 0 | 9 | 4 | 3 | 17 | 0 | 0 | 14,03 | 6,81 | 0,49 | 17,9 | 41,2 |
| Hallertauer Mfr. | 349 | 24 | 2 | 0 | 19 | 0 | 8 | 346 | 0 | 11 | 5 | 4 | 21 | 0 | 0 | 3,39 | 3,92 | 1,15 | 18,0 | 38,3 |
| Hallertauer Taurus | 11292 | 130 | 22 | 19 | 49 | 0 | 9 | 278 | 0 | 8 | 74 | 77 | 18 | 0 | 0 | 17,25 | 5,34 | 0,31 | 21,8 | 44,9 |
| Hallertauer Tradition | 1443 | 66 | 12 | 2 | 35 | 0 | 8 | 321 | 0 | 9 | 5 | 3 | 19 | 0 | 0 | 5,65 | 4,89 | 0,87 | 24,1 | 45,4 |

Fortsetzung Tabelle 7.3

| Sorte/ Bezeichnung | Myrcen | 2-M-iso- butyrat | Sub. 14b | Sub. 15 | Lina- lool | Aroma- dendren | Unde- canon | Humu- len | Farne- sen | □ -Muu- rolen | β-Seli- nen | α-Seli- nen | Cadi- nen | Seli- nadien | Gera- niol | α-Säu- ren | β-Säu- ren | β:α | Cohu- mulon | Colu- pulon |
|-----------------------|--------|---------------------|-------------|------------|---------------|-------------------|----------------|--------------|---------------|------------------|----------------|----------------|--------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|------|----------------|----------------|
| Herald | 5861 | 415 | 6 | 69 | 12 | 5 | 20 | 198 | 0 | 7 | 24 | 29 | 15 | 0 | 0 | 11,04 | 4,08 | 0,37 | 33,4 | 58,0 |
| Hersbrucker Pure | 3038 | 186 | 5 | 9 | 49 | 16 | 16 | 211 | 0 | 13 | 39 | 38 | 19 | 57 | 3 | 4,30 | 2,69 | 0,62 | 25,1 | 47,7 |
| Hersbrucker Spät | 2071 | 93 | 6 | 8 | 57 | 55 | 13 | 181 | 0 | 16 | 57 | 55 | 18 | 73 | 3 | 1,97 | 5,29 | 2,69 | 17,9 | 34,8 |
| Hüller | 1675 | 225 | 36 | 5 | 35 | 14 | 8 | 163 | 0 | 46 | 60 | 57 | 78 | 85 | 3 | 4,94 | 4,56 | 0,92 | 26,7 | 46,0 |
| Hüller Anfang | 765 | 110 | 10 | 1 | 24 | 0 | 7 | 323 | 0 | 14 | 6 | 4 | 24 | 0 | 0 | 3,53 | 3,76 | 1,07 | 23,1 | 40,3 |
| Hüller Aroma | 730 | 53 | 4 | 3 | 26 | 0 | 8 | 336 | 0 | 12 | 5 | 4 | 22 | 0 | 0 | 3,67 | 3,59 | 0,98 | 26,5 | 49,6 |
| Hüller Fortschritt | 1566 | 63 | 10 | 2 | 34 | 0 | 9 | 323 | 0 | 11 | 6 | 4 | 20 | 0 | 0 | 4,09 | 4,99 | 1,22 | 25,0 | 43,8 |
| Hüller Start | 431 | 23 | 2 | 2 | 9 | 0 | 11 | 343 | 0 | 14 | 5 | 4 | 23 | 0 | 0 | 2,40 | 3,00 | 1,25 | 23,3 | 43,7 |
| Japan C-730 | 560 | 8 | 15 | 26 | 10 | 0 | 9 | 198 | 14 | 9 | 9 | 8 | 15 | 3 | 4 | 3,58 | 2,31 | 0,65 | 36,6 | 58,4 |
| Japan C-827 | 723 | 157 | 9 | 12 | 7 | 0 | 6 | 310 | 8 | 8 | 9 | 8 | 19 | 24 | 4 | 5,15 | 2,31 | 0,45 | 28,0 | 52,2 |
| Japan C-845 | 1141 | 7 | 6 | 13 | 4 | 0 | 3 | 298 | 20 | 9 | 3 | 2 | 17 | 0 | 1 | 10,29 | 3,97 | 0,39 | 21,2 | 40,1 |
| Japan C-966 | 2752 | 36 | 28 | 13 | 17 | 6 | 6 | 273 | 60 | 7 | 43 | 41 | 19 | 0 | 0 | 1,52 | 1,77 | 1,17 | 26,1 | 50,7 |
| Kirin 1 | 5570 | 820 | 3 | 9 | 25 | 0 | 10 | 252 | 9 | 17 | 36 | 36 | 34 | 0 | 3 | 4,52 | 4,91 | 1,09 | 45,7 | 68,8 |
| Kirin 2 | 4970 | 957 | 3 | 7 | 24 | 0 | 10 | 264 | 0 | 20 | 52 | 53 | 37 | 0 | 4 | 5,06 | 5,54 | 1,09 | 46,9 | 69,8 |
| Kitomidori | 749 | 6 | 6 | 9 | 4 | 0 | 2 | 311 | 13 | 9 | 4 | 3 | 18 | 0 | 1 | 9,73 | 4,31 | 0,44 | 20,9 | 39,2 |
| Kumir | 4649 | 94 | 4 | 0 | 27 | 0 | 8 | 292 | 10 | 8 | 3 | 3 | 14 | 0 | 0 | 10,59 | 5,08 | 0,48 | 20,3 | 44,2 |
| Late Cluster | 25565 | 811 | 34 | 80 | 65 | 27 | 20 | 43 | 15 | 56 | 55 | 73 | 105 | 73 | 0 | 7,84 | 5,28 | 0,67 | 27,7 | 48,9 |
| Liberty | 867 | 37 | 3 | 2 | 23 | 0 | 8 | 322 | 3 | 12 | 5 | 4 | 21 | 0 | 0 | 3,94 | 3,37 | 0,86 | 21,3 | 38,2 |
| Lubelski | 3958 | 14 | 8 | 6 | 53 | 0 | 22 | 314 | 30 | 11 | 4 | 3 | 21 | 0 | 0 | 5,06 | 4,88 | 0,97 | 24,1 | 42,6 |
| Malling | 3435 | 222 | 3 | 9 | 39 | 0 | 8 | 291 | 16 | 10 | 4 | 2 | 17 | 0 | 0 | 3,55 | 2,51 | 0,71 | 32,1 | 53,6 |
| Marynka | 8103 | 309 | 4 | 71 | 14 | 6 | 7 | 153 | 148 | 6 | 7 | 6 | 12 | 0 | 1 | 10,26 | 4,67 | 0,46 | 20,9 | 48,9 |
| Mount Hood | 415 | 41 | 14 | 2 | 16 | 0 | 4 | 263 | 2 | 13 | 5 | 3 | 22 | 0 | 0 | 3,67 | 5,53 | 1,51 | 21,7 | 41,6 |

Fortsetzung Tabelle 7.3

| Sorte/ Bezeichnung | Myrcen | 2-M-iso- butyrat | Sub. 14b | Sub. 15 | Lina- lool | Aroma- dendren | Unde- canon | Humu- len | Farne- sen | □ -Muu- rolen | β-Seli- nen | α-Seli- nen | Cadi- nen | Seli- nadien | Gera- niol | α-Säu- ren | β-Säu- ren | β:α | Cohu- mulon | Colu- pulon |
|-----------------------|--------|---------------------|-------------|------------|---------------|-------------------|----------------|--------------|---------------|------------------|----------------|----------------|--------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|------|----------------|----------------|
| Neoplanta | 1838 | 142 | 2 | 17 | 6 | 0 | 3 | 205 | 18 | 8 | 3 | 2 | 15 | 0 | 0 | 7,70 | 3,58 | 0,46 | 39,3 | 65,3 |
| Northern Brewer | 4552 | 125 | 2 | 42 | 11 | 0 | 4 | 252 | 0 | 8 | 4 | 3 | 15 | 0 | 0 | 10,32 | 5,21 | 0,50 | 26,1 | 48,9 |
| Nugget | 2109 | 57 | 3 | 9 | 15 | 0 | 4 | 188 | 0 | 5 | 7 | 6 | 10 | 0 | 0 | 11,35 | 4,18 | 0,37 | 27,1 | 52,0 |
| Olympic | 2519 | 71 | 3 | 14 | 14 | 2 | 4 | 186 | 0 | 5 | 8 | 8 | 10 | 0 | 0 | 12,55 | 4,65 | 0,37 | 26,0 | 51,3 |
| Omega | 2232 | 174 | 15 | 7 | 17 | 0 | 5 | 294 | 0 | 8 | 47 | 51 | 17 | 0 | 0 | 6,95 | 4,23 | 0,61 | 27,4 | 45,9 |
| Orion | 1474 | 101 | 5 | 5 | 20 | 0 | 5 | 215 | 0 | 9 | 3 | 3 | 16 | 0 | 0 | 8,60 | 6,01 | 0,70 | 25,8 | 50,6 |
| OT 48 | 1667 | 94 | 6 | 4 | 40 | 0 | 11 | 287 | 0 | 9 | 7 | 4 | 18 | 0 | 0 | 4,50 | 4,31 | 0,96 | 34,2 | 58,7 |
| Pacific Gem | 10402 | 847 | 21 | 37 | 28 | 0 | 16 | 281 | 0 | 8 | 6 | 4 | 14 | 0 | 0 | 11,49 | 6,80 | 0,59 | 40,5 | 66,9 |
| PCU 280 | 2654 | 60 | 1 | 10 | 7 | 0 | 4 | 274 | 0 | 7 | 4 | 3 | 14 | 0 | 0 | 9,91 | 3,75 | 0,38 | 27,6 | 50,5 |
| Perle | 1946 | 68 | 2 | 12 | 7 | 0 | 3 | 287 | 0 | 7 | 4 | 3 | 16 | 0 | 0 | 6,55 | 4,59 | 0,70 | 30,8 | 54,5 |
| Phoenix | 4577 | 226 | 2 | 11 | 9 | 0 | 6 | 273 | 18 | 8 | 58 | 70 | 19 | 0 | 0 | 12,76 | 4,86 | 0,38 | 24,9 | 49,4 |
| Pioneer | 4826 | 434 | 3 | 148 | 9 | 4 | 19 | 215 | 0 | 8 | 29 | 34 | 16 | 0 | 0 | 9,72 | 3,72 | 0,38 | 35,2 | 60,4 |
| Pride of Kent | 2185 | 74 | 3 | 3 | 34 | 2 | 9 | 300 | 0 | 8 | 5 | 3 | 16 | 0 | 0 | 4,68 | 2,53 | 0,54 | 29,3 | 50,9 |
| Progress | 14089 | 909 | 44 | 49 | 72 | 29 | 20 | 34 | 0 | 79 | 106 | 98 | 133 | 128 | 9 | 6,94 | 4,86 | 0,70 | 28,5 | 50,9 |
| Saazer | 1552 | 8 | 3 | 4 | 30 | 0 | 16 | 321 | 24 | 11 | 2 | 2 | 17 | 0 | 0 | 2,69 | 4,22 | 1,57 | 24,7 | 40,9 |
| Serebrianca | 551 | 45 | 2 | 4 | 24 | 0 | 4 | 179 | 0 | 11 | 36 | 36 | 21 | 0 | 0 | 2,01 | 4,52 | 2,25 | 19,2 | 37,2 |
| Sirem | 1005 | 8 | 5 | 5 | 35 | 0 | 15 | 335 | 10 | 11 | 4 | 2 | 22 | 0 | 0 | 3,97 | 5,39 | 1,36 | 23,8 | 40,7 |
| Spalter | 1202 | 8 | 4 | 4 | 38 | 0 | 15 | 335 | 16 | 13 | 5 | 3 | 24 | 0 | 0 | 2,81 | 3,88 | 1,38 | 24,7 | 42,0 |
| Spalter Select | 5067 | 122 | 19 | 12 | 101 | 20 | 21 | 219 | 37 | 12 | 37 | 35 | 18 | 55 | 3 | 4,26 | 4,59 | 1,08 | 23,0 | 42,5 |
| Sticklebract | 12658 | 604 | 15 | 22 | 19 | 0 | 13 | 169 | 36 | 6 | 39 | 41 | 12 | 0 | 5 | 8,96 | 6,14 | 0,68 | 42,1 | 68,3 |
| Strisselspalter | 1516 | 36 | 4 | 5 | 24 | 32 | 11 | 184 | 0 | 11 | 34 | 37 | 17 | 42 | 0 | 2,88 | 4,70 | 1,63 | 18,7 | 36,8 |
| Talisman | 3840 | 100 | 2 | 35 | 11 | 0 | 5 | 249 | 0 | 8 | 4 | 3 | 14 | 0 | 0 | 8,47 | 4,99 | 0,59 | 25,8 | 47,4 |

Fortsetzung Tabelle 7.3

| Sorte/ Bezeichnung | Myrcen | 2-M-iso- butyrat | Sub. 14b | Sub. 15 | Lina- lool | Aroma- dendren | Unde- canon | Humu- len | Farne- sen | □-Muu- rolen | β-Seli- nen | α-Seli- nen | Cadi- nen | Seli- nadien | Gera- niol | α-Säu- ren | β-Säu- ren | β:α | Cohu- mulon | Colu- pulon |
|-----------------------|--------|---------------------|-------------|------------|---------------|-------------------|----------------|--------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|--------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|------|----------------|----------------|
| Tettnanger | 2297 | 6 | 6 | 5 | 48 | 0 | 23 | 321 | 24 | 13 | 4 | 2 | 22 | 0 | 0 | 4,24 | 4,19 | 0,99 | 25,7 | 44,2 |
| Toyomidori | 2234 | 262 | 17 | 73 | 12 | 0 | 10 | 207 | 0 | 22 | 12 | 9 | 40 | 11 | 0 | 10,11 | 4,50 | 0,44 | 42,8 | 62,2 |
| Ultra | 365 | 20 | 2 | 1 | 16 | 0 | 3 | 335 | 0 | 11 | 5 | 3 | 19 | 0 | 0 | 2,50 | 4,12 | 1,65 | 27,1 | 42,4 |
| Urozani | 2613 | 8 | 3 | 5 | 81 | 0 | 13 | 244 | 24 | 8 | 27 | 25 | 19 | 33 | 0 | 2,72 | 5,20 | 1,91 | 21,7 | 40,3 |
| USDA 21055 | 6410 | 507 | 3 | 229 | 9 | 0 | 2 | 128 | 64 | 6 | 14 | 15 | 14 | 0 | 0 | 10,81 | 4,17 | 0,39 | 45,7 | 69,2 |
| Vojvodina | 3098 | 104 | 2 | 22 | 14 | 0 | 10 | 268 | 7 | 8 | 3 | 2 | 15 | 0 | 0 | 4,62 | 2,73 | 0,59 | 29,1 | 56,9 |
| WFG | 2582 | 21 | 7 | 9 | 44 | 0 | 19 | 315 | 22 | 11 | 4 | 3 | 19 | 0 | 0 | 4,10 | 4,22 | 1,03 | 25,0 | 43,6 |
| Willamette | 2002 | 95 | 1 | 4 | 17 | 0 | 4 | 249 | 22 | 8 | 4 | 4 | 16 | 0 | 0 | 3,55 | 3,09 | 0,87 | 31,6 | 52,7 |
| Wye Challenger | 5501 | 380 | 6 | 30 | 32 | 0 | 10 | 258 | 0 | 8 | 49 | 56 | 18 | 0 | 0 | 5,21 | 4,66 | 0,89 | 24,9 | 46,2 |
| Wye Northdown | 2538 | 73 | 3 | 6 | 22 | 0 | 3 | 249 | 0 | 7 | 4 | 3 | 16 | 0 | 0 | 7,08 | 6,43 | 0,91 | 23,6 | 47,3 |
| Wye Saxon | 6367 | 96 | 6 | 130 | 19 | 0 | 14 | 225 | 50 | 9 | 50 | 51 | 16 | 0 | 2 | 7,50 | 4,65 | 0,62 | 23,0 | 44,5 |
| Wye Target | 3033 | 409 | 7 | 14 | 40 | 0 | 13 | 178 | 0 | 18 | 11 | 10 | 35 | 9 | 0 | 10,85 | 4,85 | 0,45 | 36,8 | 59,7 |
| Wye Viking | 6252 | 146 | 7 | 42 | 19 | 0 | 17 | 219 | 93 | 8 | 31 | 32 | 16 | 0 | 0 | 9,33 | 4,91 | 0,53 | 23,1 | 41,6 |
| Yeoman | 5776 | 307 | 15 | 24 | 13 | 0 | 6 | 238 | 0 | 6 | 43 | 46 | 16 | 0 | 0 | 13,76 | 5,83 | 0,42 | 25,6 | 49,3 |
| Zatecki | 4475 | 176 | 3 | 14 | 33 | 0 | 6 | 267 | 19 | 8 | 13 | 11 | 15 | 0 | 0 | 5,07 | 2,91 | 0,57 | 27,4 | 49,3 |
| Zenith | 3859 | 116 | 4 | 22 | 32 | 0 | 8 | 285 | 0 | 8 | 91 | 100 | 21 | 0 | 0 | 8,44 | 3,63 | 0,43 | 25,1 | 48,1 |
| Zitic | 5730 | 11 | 2 | 19 | 13 | 3 | 9 | 300 | 0 | 8 | 4 | 2 | 16 | 0 | 0 | 6,19 | 5,63 | 0,91 | 20,0 | 41,9 |
| Zlatan | 1351 | 10 | 6 | 5 | 48 | 0 | 22 | 336 | 16 | 13 | 5 | 3 | 24 | 0 | 0 | 3,50 | 4,17 | 1,19 | 24,9 | 41,8 |

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

7.4 Xanthohumol

Xanthohumol hat in den letzten Jahren in der Öffentlichkeit zunehmendes Interesse erhalten, da es ein antikanzerogenes Potential besitzt. In Wasser ist Xanthohumol sehr schlecht löslich, beim Würzekochen isomerisiert es jedoch in das deutlich besser lösliche Isoxanthohumol (Abb. 7.1). Diese Verbindung zeigt auch ein antikanzerogenes Potential, das jedoch etwas abgeschwächt gegenüber Xanthohumol ist. Am Lehrstuhl für Technologie der Brauerei I von Professor Back an der Technischen Universität München in Weihenstephan ist bereits ein Xanthohumol angereichertes Bier mit dem Namen Xan gebraut worden, bei dem der Isoxanthohumolgehalt mehr als 4 mg/l betrug.

Am Krebsforschungszentrum Heidelberg konnte Xanthohumol erste Screeningtests mit Brauvour bestehen, so dass weitere Untersuchungen im Tierversuch und danach am Menschen fortgeführt werden sollen.

In Hüll werden alle interessanten Zuchtstämme auf Xanthohumol untersucht. Tabelle 7.4 zeigt eine Zusammenstellung von Zuchtstämmen mit mehr als 0,90 % Xanthohumol und die vier kommerziell angebauten Sorten mit den höchsten Xanthohumolgehalten. Von den sich bereits im Anbau befindenden Sorten hat die Sorte Hallertauer Taurus den höchsten Xanthohumolgehalt mit mehr als 1 %, gefolgt von Wye Target, Northern Brewer und Nugget. Es ist sogar ein Zuchtstamm mit 1,68 % Xanthohumol verfügbar. Der Jahrgang hat auf den Xanthohumolgehalt einen geringeren Einfluss als auf den α -Säuregehalt. Sorten mit hohem α -Säuregehalt haben tendenziell auch höhere Xanthohumolgehalte. Die Korrelation ist jedoch nicht besonders gut (Abb. 7.2). Der Xanthohumolgehalt korreliert nur zu 41,9 % mit dem α -Säuregehalt. Das Verhältnis Xanthohumol zu den α -Säuren ist jedoch sehr stabil.

Abbildung 7.1: Isomerisierung von Xanthohumol zu Isoxanthohumol

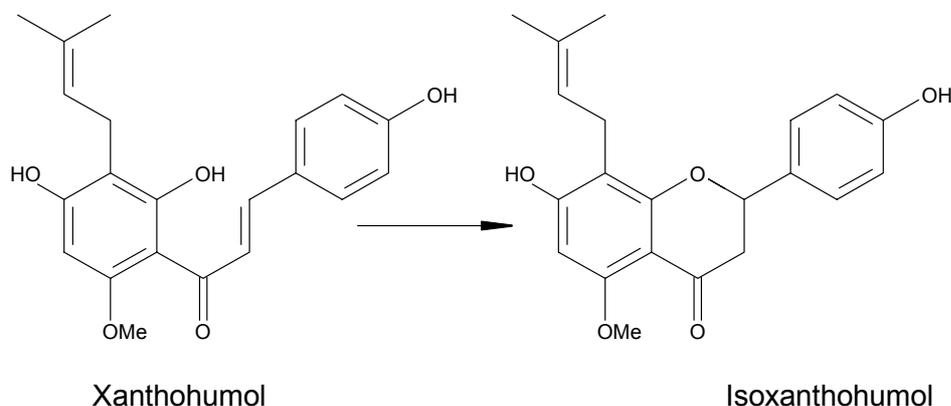
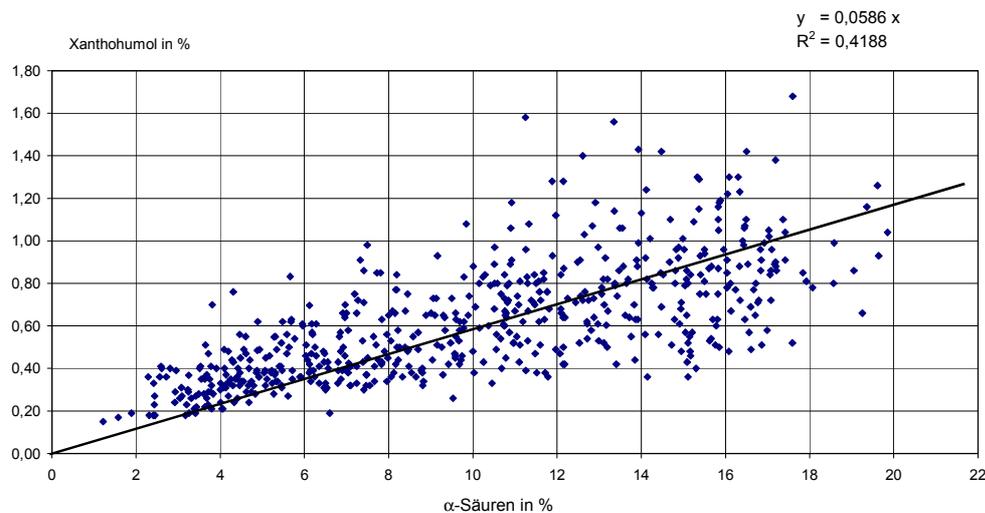


Tabelle 7.4: Xanthohumolgehalt von Zuchtstämmen mit mehr als 0,90 % Xanthohumol im Vergleich zu vier kommerziell angebauten Sorten, Ernte 2001

| Sorte/ Zuchtstamm | Xantho- humol | α -Säu- ren | β -Säu- ren | β : α | Cohu- mulon | Colu- pulon | Xanthohumol/ α -Säuren % |
|----------------------|------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|----------------|----------------|------------------------------------|
| Hallertauer Taurus | 1,13 | 14,00 | 4,71 | 0,34 | 21,3 | 44,9 | 8,07 |
| Wye Target | 0,93 | 9,16 | 4,47 | 0,49 | 34,1 | 57,3 | 10,15 |
| Northern Brewer | 0,84 | 8,19 | 3,50 | 0,43 | 26,1 | 49,5 | 10,26 |
| Nugget | 0,82 | 13,10 | 4,71 | 0,36 | 26,7 | 52,2 | 6,26 |
| 99/047/722 | 1,68 | 17,60 | 5,32 | 0,30 | 27,1 | 46,1 | 9,55 |
| 94/075/766 | 1,42 | 16,50 | 6,30 | 0,38 | 25,6 | 49,3 | 8,61 |
| 94/075/766 | 1,30 | 16,30 | 6,09 | 0,37 | 26,7 | 49,4 | 7,98 |
| 99/061/712 | 1,30 | 16,09 | 5,69 | 0,35 | 27,4 | 49,0 | 8,08 |
| 93/010/036 | 1,29 | 15,38 | 5,21 | 0,34 | 26,3 | 48,6 | 8,39 |
| 98/097/738 | 1,23 | 16,34 | 6,61 | 0,40 | 25,8 | 53,5 | 7,53 |
| 99/062/727 | 1,22 | 16,05 | 5,66 | 0,35 | 25,6 | 44,9 | 7,60 |
| 95/099/748 | 1,18 | 10,92 | 4,60 | 0,42 | 24,6 | 45,5 | 10,81 |
| 95/093/702 | 1,16 | 19,36 | 4,85 | 0,25 | 23,4 | 44,0 | 5,99 |
| 95/099/790 | 1,15 | 15,37 | 6,14 | 0,40 | 26,5 | 47,9 | 7,48 |
| 95/094/730 | 1,10 | 16,49 | 5,32 | 0,32 | 26,4 | 47,6 | 6,67 |
| 93/010/036 | 1,09 | 15,25 | 5,28 | 0,35 | 26,3 | 49,4 | 7,15 |
| 99/072/732 | 1,06 | 16,45 | 5,13 | 0,31 | 28,1 | 49,7 | 6,44 |
| 95/094/730 | 0,99 | 13,93 | 4,72 | 0,34 | 24,8 | 47,0 | 7,11 |
| 99/057/001 | 0,99 | 16,92 | 5,35 | 0,32 | 30,0 | 54,6 | 5,85 |
| 93/024/733 | 0,97 | 12,98 | 4,67 | 0,36 | 25,8 | 49,0 | 7,47 |
| 95/094/816 | 0,91 | 17,42 | 5,76 | 0,33 | 33,6 | 53,5 | 5,22 |
| 98/105/727 | 0,91 | 16,04 | 5,33 | 0,33 | 22,4 | 48,9 | 5,67 |
| 99/065/722 | 0,91 | 16,85 | 4,18 | 0,25 | 25,4 | 46,8 | 5,40 |
| 95/093/716 | 0,89 | 17,17 | 5,23 | 0,30 | 25,2 | 53,9 | 5,18 |
| 94/075/761 | 0,88 | 10,01 | 3,45 | 0,34 | 22,5 | 44,4 | 8,79 |
| 99/062/735 | 0,88 | 17,20 | 4,39 | 0,26 | 23,1 | 43,6 | 5,12 |
| 93/010/034 | 0,86 | 15,08 | 4,34 | 0,29 | 20,7 | 42,0 | 5,70 |
| 98/067/715 | 0,86 | 16,84 | 5,86 | 0,35 | 42,2 | 64,5 | 5,11 |
| 93/010/063 | 0,85 | 14,46 | 5,74 | 0,40 | 31,0 | 54,2 | 5,88 |
| 95/094/769 | 0,85 | 16,04 | 4,65 | 0,29 | 31,6 | 52,1 | 5,30 |
| 99/093/718 | 0,85 | 17,84 | 5,77 | 0,32 | 23,6 | 48,6 | 4,76 |
| 93/010/034 | 0,84 | 15,41 | 4,55 | 0,29 | 20,1 | 41,3 | 5,45 |
| 94/075/758 | 0,84 | 17,06 | 7,49 | 0,44 | 19,9 | 40,4 | 4,92 |
| 94/075/761 | 0,80 | 16,12 | 6,12 | 0,38 | 13,5 | 29,5 | 4,96 |
| 95/094/741 | 0,80 | 15,11 | 5,09 | 0,34 | 35,3 | 54,5 | 5,29 |
| 95/103/735 | 0,80 | 16,72 | 5,84 | 0,35 | 22,5 | 44,6 | 4,78 |

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

Abbildung 7.2: Korrelation zwischen Xanthohumolgehalt und α -Säuregehalt



7.5 Ringanalysen zur Ernte 2002

Seit dem Jahr 2000 gibt es bei den Hopfenlieferverträgen eine Zusatzvereinbarung, in der die α -Säuregehalte Berücksichtigung finden. Der im Vertrag vereinbarte Preis gilt, wenn der α -Säuregehalt in einem Neutralbereich liegt. Wird dieser Neutralbereich über- bzw. unterschritten, gibt es einen Zu- oder Abschlag. Im Pflichtenheft der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik ist genau festgelegt, wie mit den Proben umgegangen wird (Probenteilung, Lagerung), welche Labors die Nachuntersuchungen durchführen und welche Toleranzbereiche für die Analysenergebnisse zugelassen sind. Auch im Jahr 2002 hatte der Aufgabenbereich H 1a, wie in den Jahren 2000 und 2001, die Aufgabe Ringanalysen zu organisieren und auszuwerten, um die Richtigkeit der α -Säureanalysen zu gewährleisten.

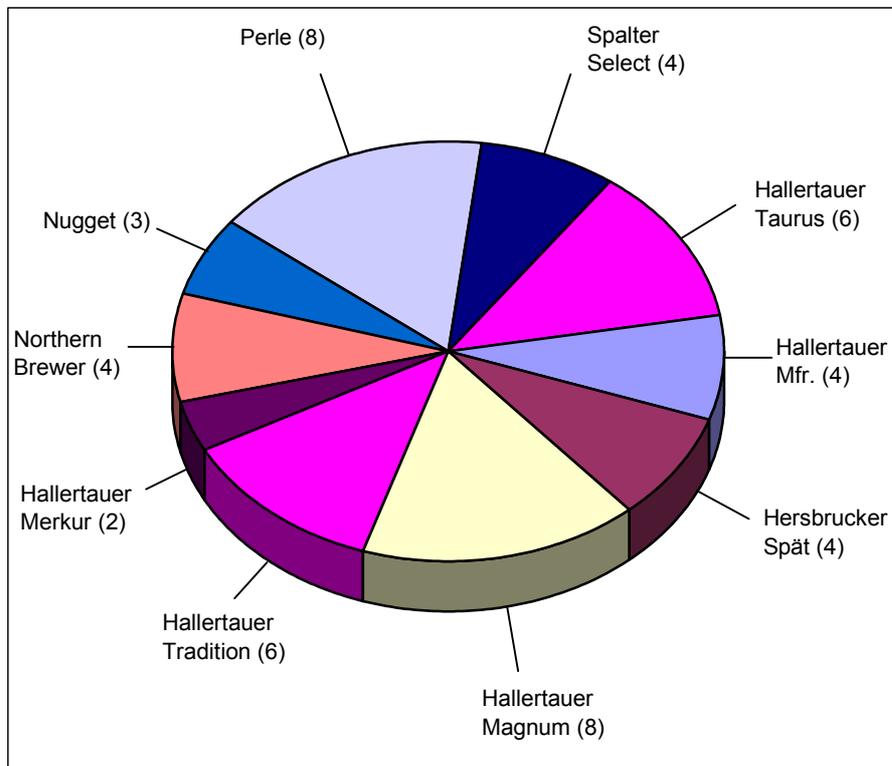
Im Jahr 2002 haben sich folgende Labors an dem Ringversuch beteiligt:

- Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft (HHV), Werk Mainburg
- Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft (HHV), Werk Au/Hallertau
- NATECO₂, Wolnzach
- Hopfenveredelung HVG Barth, Raiser GmbH & Co KG, St. Johann
- Hallertauer Hopfenverwertungsgenossenschaft (HVG), Mainburg
- Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Abschnitt Hopfen, Hüll
- Agrolab GmbH, Oberhummel
- Agrar- und Umweltanalytik GmbH (AUA), Jena

Der Ringversuch wurde am 03.09.2002 gestartet und am 29.11.2002 beendet, da in dieser Zeit der Großteil der Hopfenpartien in den Labors untersucht wurde. Das Probenmaterial wurde dankenswerterweise von Herrn Hörmannspurger (Hopfenring Hallertau) zur Verfügung gestellt. Jede Probe wurde immer nur aus einem Ballen gezogen, um eine größtmögliche Homogenität zu sichern. Jeweils am Montag wurden die Proben bei der HHV Mainburg mit einer Hammermühle vermahlen, in Hüll mit einem Probenteiler geteilt, vakuumverpackt und zu den einzelnen Labors gebracht. An den darauf folgenden Wochentagen wurde je-

weils eine Probe pro Tag analysiert. Die Analysenergebnisse wurden eine Woche später nach Hüll zurück gegeben und dort ausgewertet. Im Jahr 2002 wurden insgesamt 49 Proben analysiert. Abbildung 7.3 zeigt die Sortenzusammensetzung.

Abbildung 7.3: Sortenzusammensetzung der Ringanalyse 2002



Die Auswertung wurde so schnell wie möglich an die einzelnen Labors weitergegeben. Die Abbildungen 7.4 und 7.5 zeigen als Beispiele die Ringversuche mit der kleinsten und größten Standardabweichung.

Abbildung 7.4: Ringanalyse mit der kleinsten Standardabweichung

Nr. 27: HPE (22. Oktober 2002)

| Labor | KW | | mittel | s | cvr |
|-------|------|------|--------|-------|-----|
| 1 | 8,58 | 8,58 | 8,58 | 0,000 | 0,0 |
| 2 | 8,62 | 8,54 | 8,58 | 0,057 | 0,7 |
| 3 | 8,53 | 8,42 | 8,48 | 0,078 | 0,9 |
| 4 | 8,39 | 8,49 | 8,44 | 0,071 | 0,8 |
| 5 | 8,34 | 8,47 | 8,41 | 0,092 | 1,1 |
| 6 | 8,37 | 8,59 | 8,48 | 0,156 | 1,8 |
| 7 | 8,42 | 8,36 | 8,39 | 0,042 | 0,5 |
| 8 | 8,48 | 8,62 | 8,55 | 0,099 | 1,2 |

| | |
|-------------|-------|
| mean | 8,49 |
| sr | 0,086 |
| vkR | 1,0 |
| sR | 0,096 |
| vkR | 1,1 |
| r | 0,24 |
| R | 0,27 |
| Min | 8,39 |
| Max | 8,58 |

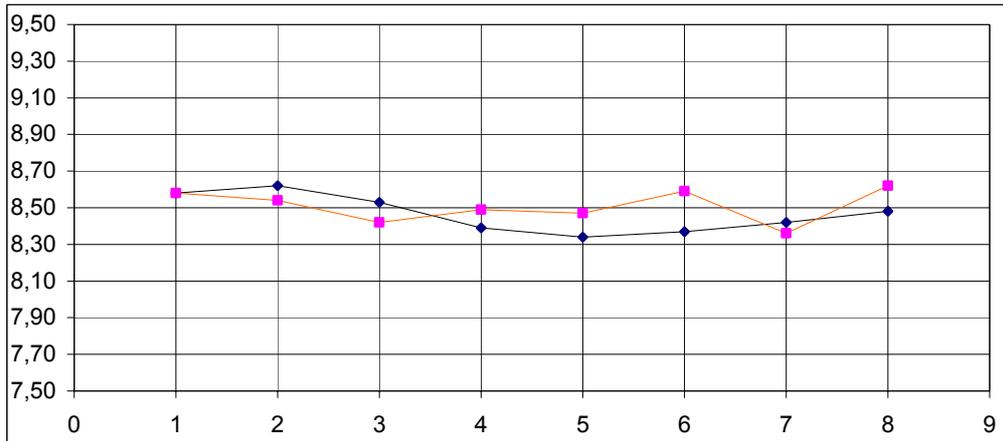
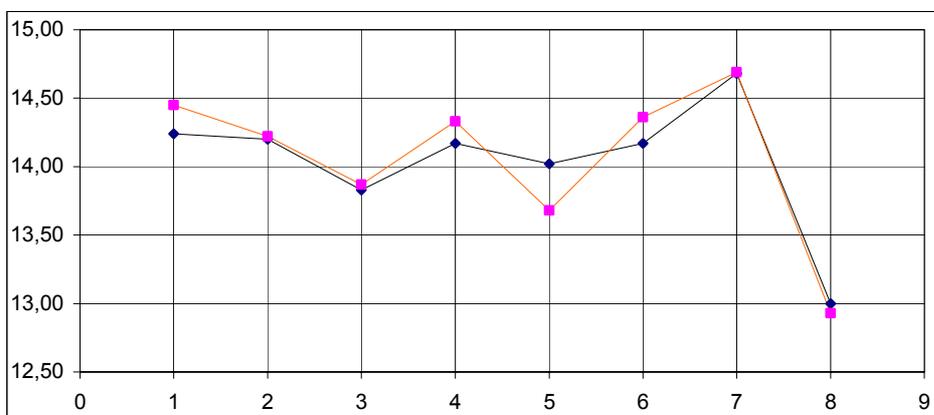


Abbildung 7.5: Ringanalyse mit der größten Standardabweichung

Nr. 17: NU (1. Oktober 2002)

| Labor | KW | | mittel | s | cvr |
|-------|-------|-------|--------|-------|-----|
| 1 | 14,24 | 14,45 | 14,35 | 0,148 | 1,0 |
| 2 | 14,20 | 14,22 | 14,21 | 0,014 | 0,1 |
| 3 | 13,83 | 13,87 | 13,85 | 0,028 | 0,2 |
| 4 | 14,17 | 14,33 | 14,25 | 0,113 | 0,8 |
| 5 | 14,02 | 13,68 | 13,85 | 0,240 | 1,7 |
| 6 | 14,17 | 14,36 | 14,27 | 0,134 | 0,9 |
| 7 | 14,68 | 14,69 | 14,69 | 0,007 | 0,0 |
| 8 | 13,00 | 12,93 | 12,97 | 0,049 | 0,4 |

| | |
|-------------|-------|
| mean | 14,21 |
| sr | 0,126 |
| vkR | 0,9 |
| sR | 0,294 |
| vkR | 2,1 |
| r | 0,35 |
| R | 0,82 |
| Min | 12,97 |
| Max | 14,69 |



Als Ausreißertest zwischen den Labors wurde nach DIN ISO 5725 der Grubbs-Test gerechnet. Diesmal wurde zwölfmal ein Ausreißer ermittelt. Tabelle 7.5 zeigt die aus der Methodensammlung der European Brewery Convention (EBC 7.4, konduktometrische Titration) abgeleiteten Toleranzgrenzen (d kritisch) (Schmidt, R., NATECO₂, Wolnzach) und deren Überschreitungen in den Jahren 2000, 2001 und 2002).

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

| | 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 |

Bei 49 Proben gab es im Jahr 2002 14 Überschreitungen der zugelassenen Toleranzgrenzen, das entspricht 29 % der Proben. Dies war jedoch hauptsächlich auf ein Labor zurückzuführen.

Resümee des Ringversuchs

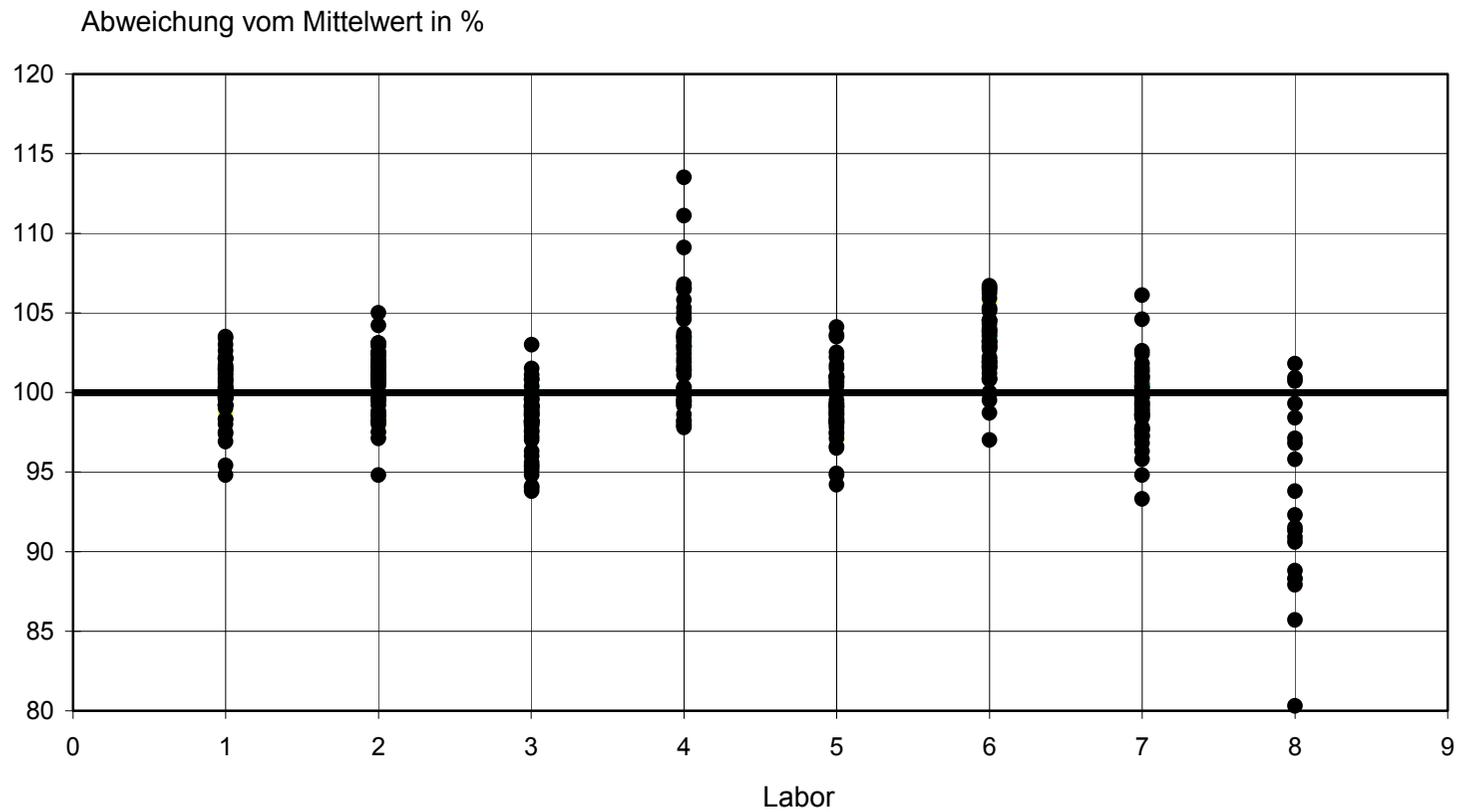
Im Jahr 2002 gab es mit 14 Überschreitungen der Toleranzgrenzen doch eine große Zahl von Abweichungen.

In Abbildung 7.6 sind alle Analyseergebnisse für jedes Labor als relative Abweichungen zum Mittelwert (= 100 %) zusammengestellt. Mit dieser Darstellung sind sehr gut Tendenzen erkennbar, ob ein Labor im Trend zu hoch oder zu tief liegt. Anhand der Abbildung ist gut ersichtlich, dass das Labor 4 zu hohe Werte und das Labor 8 zu tiefe Werte misst.

7.6 NIR-Kalibrierung

Der Ringversuch wurde auch genutzt, um die bestehenden NIR-Kalibrierungen zu testen und zu erweitern. In der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA) wurde beschlossen, dass es keinen Sinn mehr macht, die bestehende, auf Konduktometerwert aufgebaute, NIR-Kalibrierung zu erweitern, da durch das Hinzufügen neuer Datensätze keine bessere Genauigkeit erreichbar ist. Seit dem Jahr 2000 wird am Aufbau einer NIR-Kalibrierung, basierend auf HPLC-Daten, gearbeitet. Die AHA entscheidet, wann diese Kalibrierung für die Praxis anwendbar ist.

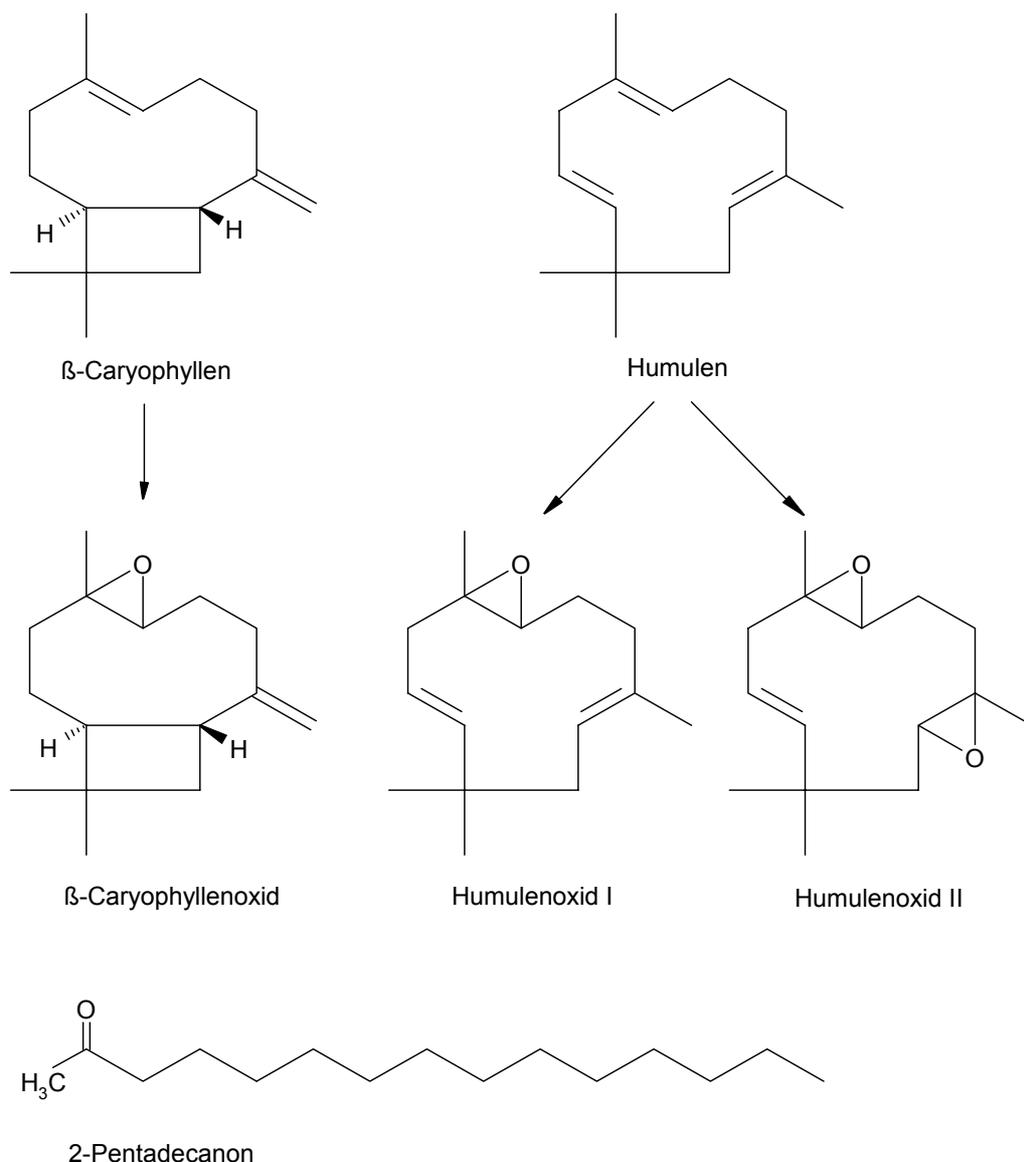
Abbildung 7.6: Analysenergebnisse der Labore relativ zum Mittelwert



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

Von den Firmen Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft mbH und NATECO₂ wurden dankenswerterweise 2000 € für eine Diplomarbeit mit dem Thema „Quantitative Bestimmung der Alterungskomponenten im ätherischen Öl des Hopfens mittels SPME“ zur Verfügung gestellt. Herr Plass von der Fachhochschule Weihenstephan hat dieses Thema bearbeitet. Die Diplomarbeit wurde im Oktober 2002 begonnen und wird im März 2003 beendet werden. Als Alterungskomponenten im ätherischen Öl des Hopfens sind vor allem die Oxide von β -Caryophyllen und Humulen, dies sind β -Caryophyllenoxid, Humulenoxid I und Humulenoxid II, zu nennen. Ein weiterer Alterungsindikator ist die Substanz 2-Pentadecanon, dessen Herkunft jedoch nicht geklärt ist (Abb. 7.7).

Abbildung 7.7: Alterungskomponenten im ätherischen Öl des Hopfens



Da nur β -Caryophyllenoxid und 2-Pentadecanon kommerziell erhältlich sind, wurde in der Diplomarbeit versucht, diese zwei Substanzen quantitativ zu bestimmen. Mit Hilfe der Standardaddition war es möglich, β -Caryophyllenoxid und 2-Pentadecanon zu quantifizieren. Bei gealterten Hopfen war eine Zunahme dieser Komponenten zu beobachten. Eine Zusammenstellung der Ergebnisse wird im nächsten Jahresbericht erfolgen, da die Arbeit momentan noch nicht abgeschlossen ist.

7.8 Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittelrückstände im Hopfen der Ernte 2002

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

Auf Grund der hohen Kosten für die Gesamtanalysen (ca. 1 500 € pro Probe) musste der Umfang der Analysen auch in diesem Jahr auf sechs Proben beschränkt werden. Sehr viele Analysen werden jedoch zusätzlich in den betriebseigenen Rückstandslabors der Hopfenveredelungswerke durchgeführt.

7.8.1 Probenauswahl

Verteilt über die Abwaage- und Zertifizierungssaison 2002 wurden durch den Hopfenring Hallertau e.V. insgesamt 110 Hopfenmuster aller wichtigen Sorten des Anbaugebiets Hallertau an den Abschnitt Hopfen der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (LBP) nach Hüll geliefert. Die Muster waren nur mit der Sortenbezeichnung und der Ballennummer gekennzeichnet. Die Namen der Hopfenbaubetriebe sind der LBP somit nicht bekannt.

Aus diesen Proben wurden an der LBP für fünf in der Tabelle 7.6 genannten Hopfensorten je zwei Hopfenmuster ausgewählt und für jede Sorte ein Mischmuster hergestellt. Für die Sorte Hallertauer Taurus (TU) wurde die zu analysierende Probe aus nur einer Hopfenpartie entnommen. Die umfangreichen Rückstandsanalysen eines Mischmusters aus zwei Einzelmustern sind gerechtfertigt, da die Lieferpartien an die Käufer (Brauereien) in der Regel aus mehreren Einzelpartien zusammengestellt werden. Die Analysen wurden an der Landwirtschaftlichen Hauptversuchsanstalt (HVA) der Technischen Universität München (TUM) in Freising-Weihenstephan durchgeführt.

Tabelle 7.6: Untersuchungen auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln - Ernte 2002

| Wirkstoffe geordnet nach Schaderreger | zulässige Höchstmenge ppm | Milligramm pro Kilogramm = ppm | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | R 1/02 SE | R 2/02 HM | R 3/02 NU | R 4/02 HA | R 5/02 HE | R 6/02 TU |
| Peronospora | | | | | | | |
| Azoxystrobin | 20 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Captan, Folpet | 120 | nn | <0,2 | <0,2 | nn | nn | nn |
| Captafol | 0,1 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Cymoxanil | 2,0 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Dithiocarbamate | 25 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Fentin-acetat | 0,5 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Fosethyl | 100 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Kupferverbindungen | 1000 | 623 | 233 | 231 | 214 | 727 | 417 |
| Metalaxyl | 10 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Phosphorige Säure | *) | 6,0 | 9,3 | nn | nn | nn | nn |
| Mehltau | | | | | | | |
| Fenarimol | 5,0 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Myclobutanil | 3,0 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Fenpropymorph | 0,1 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Triadimefon | 15 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Triadimenol | 15 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Trifloxystrobin | 50**) | nn | 0,61 | nn | nn | nn | nn |
| Triforin | 30 | 2,5 | nn | nn | nn | nn | nn |
| Botrytis | | | | | | | |
| Dichlofluanid | 150 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Procymidon | 0,1 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Vinclozolin | 40 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Blattlaus | | | | | | | |
| Bifenthrin | 10 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Cyfluthrin | 20 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Lambda-Cyhalothrin | 10 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Cypermethrin | 30 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Deltamethrin | 5 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Diazinon | 0,05 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Endosulfan | 0,1 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Imidacloprid | 2,0 | nn | <0,1 | nn | <0,1 | <0,1 | nn |
| Mevinphos | 0,5 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Omethoat | 10 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Parathion-methyl | 0,1 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Permethrin | 0,1 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Pirimicarb | 0,05 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Propoxur | 0,1 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Pymetrozine | 5**) | nn | nn | nn | nn | nn | nn |

Fortsetzung Tabelle 7.5

| Wirkstoffe geordnet nach Schaderreger | zulässige Höchstmenge ppm | Milligramm pro Kilogramm = ppm | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | R 1/02 SE | R 2/02 HM | R 3/02 NU | R 4/02 HA | R 5/02 HE | R 6/02 TU |
| Gemeine Spinnmilbe | | | | | | | |
| Amitraz | 50 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Azocyclotin/Cyhexatin | 50 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Brompropylat | 5 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Dicofol | 50 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Fenbutatinoxid | 0,1 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Fenpyroximate | 10 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Hexythiazox | 3 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Propargit | 30 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Liebstöckelrüssler | | | | | | | |
| Acephat | 0,1 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Carbofuran | 10 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Methamidophos | 2 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Methidathion | 3 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |
| Herbizide | | | | | | | |
| Monolinuron | 0,05 | nn | nn | nn | nn | nn | nn |

*) Keine Rückstandshöchstmenge festgesetzt

***) Höchstmenge vorgeschlagen

SE = Spalter Select
 HM = Hallertauer Magnum
 NU = Nugget
 HA = Hallertauer
 HE = Hersbrucker Spät
 TU = Hallertauer Taurus

7.8.2 Beurteilung der Ergebnisse

Wie in den zurückliegenden Jahren wurden auch bei den Rückstandsuntersuchungen der Ernte 2002 im Hopfen nur wenige Wirkstoffe analytisch nachgewiesen. Die Werte liegen in allen Fällen deutlich unter den gesetzlich zugelassenen Höchstmengen nach der Rückstandshöchstmengen-Verordnung in der gültigen Fassung.

7.8.3 Zusammenfassung

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

Tabelle 7.7: Rückstandssituation bei Hopfen der Ernte 2002

| Wirkstoff (Handelsname) | Häufigkeit | ppm min.- max. | ppm Höchstmenge | ppm US Toleranz |
|-----------------------------|------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Captan, Folpet (Folpan) | 2 | <0,2 | 120 | 120 |
| Kupferverbindungen | 6 | 214 - 727 | 1000 | ex. |
| Phosphorige Säure (Aliette) | 2 | 6,0 - 9,3 | * | * |
| Trifloxystrobin (Flint) | 1 | 0,61 | 50 | 11 |
| Triforin (Saprol neu) | 1 | 2,5 | 30 | 60 |
| Imidacloprid (Confidor) | 3 | <0,1 | 2,0 | 6,0 |

* = keine Höchstmenge festgesetzt

ex. = exempt

7.9 Kontrolle der Sortenechtheit

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

| | |
|--|----|
| Sortenüberprüfungen für die Lebensmittelüberwachungsbehörden (Landratsämter) | 28 |
| davon Beanstandungen | 0 |

8 Veröffentlichungen

Engelhard, B. (2002): Pflanzenschutz im Hopfen 2002. - Hopfen-Rundschau **53** (5): 98-111.

Engelhard, B. (2002): Höhere Temperaturen und weniger Niederschläge und deren langfristige Auswirkungen auf die Hopfenproduktion. - Hopfen-Rundschau **53** (8): 184-186.

Kammhuber, K. (2002): Organisation und Auswertung von Ringanalysen zur Qualitätssicherung bei der α -Säurenbestimmung von Hopfen. - Schule und Beratung **8**: IV 1-4.

Neuhauser, H., Rödel, G. & **Roßbauer, G.** (2002): Schneidgerät für Hopfenanbau in Niedriggerüstanlagen. - Zeitschrift für Landtechnik **1**: 20-21.

Niedermeier, E. (2002): Pflanzenstandsbericht vom 23.05.-23.06.2002. - Hopfen-Rundschau **53** (7): 160.

Niedermeier, E. (2002): Pflanzenstandsbericht vom 24.06.-24.07.2002. - Hopfen-Rundschau **53** (8): 188.

Roßbauer, G. (2002): Kapitel Hopfen. - Lehrbuch Agrarwirtschaft, Fachstufe Landwirt.

Roßbauer, G. (2002): Fachkritik zur Hopfenschau Moosburg 2002. - Hopfen-Rundschau **53** (10): 225-228.

Roßbauer, G., Dorfner, H. (2002): Spritzenprüfung für Gebläsespritzen wird Pflicht! - Hopfen-Rundschau **53** (3): 58.

Roßbauer, G., Niedermeier, E. & Brummer, A. (2002): Nmin-Untersuchungen 2002. - Hopfen-Rundschau **53** (6): 124-125.

Schmidt, R., **Kammhuber, K.** (2002): Erfahrungen mit Alpha-Untersuchungen in Hopfenpartien für die Abwicklung und Kaufpreisberechnung nach Alphatabelle. - Hopfen-Rundschau **53** (9): 208-212.

Seigner, E. (2002): Züchtung marktangepasster Hopfensorten. - Brauwelt **142** (9-10): 307-308.

Seigner, E., Seefelder, S. & Felsenstein, F. (2002): Untersuchungen zum Virulenzspektrum des Echten Mehltaus bei Hopfen (*Sphaerotheca humuli*) und zur Wirksamkeit rassenspezifischer Resistenzgene. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes **54** (6): 147-151.

Seigner, E., Seefelder, S., Radic-Miehle, H., Lutz, A. & Engelhard, B. (2002): Hop Research at Hüll – Breeding of hop varieties meeting the demands of the world market – tradition meets innovation. – Hop Bulletin **9** (1): 15-20.

Seefelder, S., Lutz, A., Seigner, E. & Engelhard, B. (2002): Werkzeug der Hopfenzüchtung – DNA-Marker, Tools in hop breeding – DNA markers. – Hopfen-Rundschau. Internationale Ausgabe 2002/2003: 39-43.

Spindler, B., **Weihrauch, F.** (2002): Erster Nachweis von *Platycheirus sticticus* (Meigen, 1822) aus Bayern (Diptera, Syrphidae). - *Volucella* **6**: 237-240

Weihrauch, F., Engelhard, B. (2002): Praxiseinführung einer Bekämpfungsschwelle für die Gemeine Spinnmilbe (*Tetranychus urticae* Koch) im Hopfenbau. - *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem* **390**: 333-334.

Für die Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau - Hopfenforschung und Hopfenberatung – Wolnzach / Hüll

waren im Jahre 2002 tätig:

H – Abschnitt Hopfen

Leitung: Engelhard Bernhard
Vertretung: Roßbauer Georg

Sachgebiet H 1 – Hüll - Züchtung, Pflanzenschutz, Qualität -

Leitung: Engelhard Bernhard
Vertretung: Dr. Seigner Elisabeth

Bereich: Qualität, Chemie, Technologie (H 1a)

Mitarbeiter: Dr. Kammhuber Klaus
Petzina Cornelia
Weihrauch Silvia
Wyschkon Birgit
Neuhof-Buckl Evi

Bereich: Pflanzenschutz (H 1b)

Mitarbeiter: Ehrenstraßer Olga
Hesse Herfried
Huber Renate
Mayer Michael bis 17.11.02
Weihrauch Florian ab 01.04.02
Fischer Maria
Weiher Johann

Bereich: Züchtungsmethodik (H 1c)

Mitarbeiter:

Dr. Seigner Elisabeth
Dr. Seefelder Stefan
Dr. Radic-Miehle
Bauer Petra
Haugg Brigitte
Hartberger Petra ab 01.10.02
Mayer Veronika ab 26.06.02
Lutz Anton
Kneidl Jutta
Dandl Maximilian
Hock Elfriede
Kohlhuber Walburga
Maier Margret
Mauermeier Michael
Pflügl Ursula
Presl Irmgard
Suchostawski Christine
Waldinger Josef

Büropersonal:

Biederer Hildegard
Escherich Ingeborg
Reischl Helga

Sachgebiet H 2 – Wolnzach - Anbau, Beratung -

Leitung:
Vertretung:

Roßbauer Georg
Engelhard Bernhard

Mitarbeiter:

Dorfner Hermann bis 31.10.02
Janscheck Thomas bis 30.11.02
Münsterer Jakob
Niedermeier Erich

Büropersonal:

Heilmeier Rosa