

**LfL**

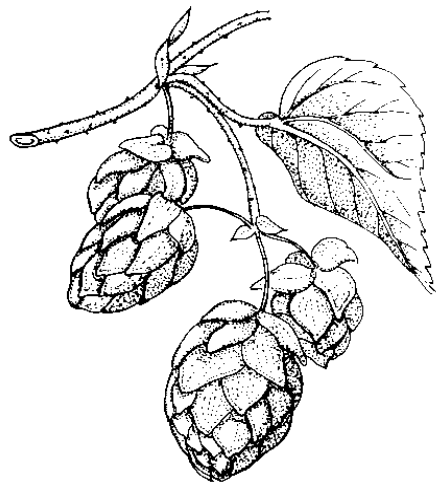
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.

# **Jahresbericht 2012**

## **Sonderkultur Hopfen**



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

**April 2013**



# **LfL-Information**

**Impressum:**

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

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

1. Auflage: April / 2013

Druck:

Schutzgebühr: 5,-- €

## Vorwort

Der Jahresbericht Hopfen 2012 gibt einen gewohnt ausführlichen Einblick in die Beratungs- und Forschungstätigkeit rund um das Hopfenforschungszentrum Hüll. Diese Arbeiten sind heute so wichtig wie bei der Gründung der Hopfenforschung vor fast 90 Jahren. Die Herausforderungen des Weltmarktes treffen den am Export orientierten deutschen Hopfenbau unmittelbar. Nur eine nachhaltige, allgemein zugängliche Forschung und ein zuverlässiger, neutraler Wissenstransfer können den Hopfenbau im Hochlohnland Deutschland wettbewerbsfähig halten.

Dieser Herausforderung ist das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft zusammen mit der Gesellschaft für Hopfenforschung verpflichtet. Der Arbeitsbereich Hopfen mit den Standorten Freising (Biotechnologie), Hüll (Hopfenforschungszentrum mit Pflanzenschutz, Züchtungs- und Qualitätsforschung sowie Analytik) und Wolnzach (Hopfenbau und Produktionstechnik) erforscht alle relevanten Fragen zum Hopfen umfassend und ganzheitlich. Es werden alle denkbaren Synergien genutzt. Kooperationspartner sind Hochschulinstitute im In- und Ausland, Landes- und Bundesbehörden sowie die Organisationen der Brau- und Hopfenwirtschaft. Neben den Daueraufgaben wird eine Vielzahl von Drittmittelprojekten bearbeitet. Auf Fragestellungen, Anregungen und Ideen der Hopfenakteure kann die IPZ-Hopfenforschung schnell und flexibel reagieren. Über das Advisory Board der Gesellschaft für Hopfenforschung stehen hochrangige Vertreter aus der Brauwirtschaft und den Brauwissenschaften in engem Kontakt mit dem Hopfenforschungszentrum.

In der Züchtung setzen die neuen "Special Flavor-Hopfen" Akzente für innovative Biere mit neuen Marktchancen. Gleichzeitig und gleichrangig steht die Pflanzengesundheit im Fokus der Züchtung, um einen umweltverträglichen, wirtschaftlichen Anbau durch widerstandsfähige Sorten zu sichern.

Dabei spielt die innere Produktqualität nirgends eine so große Rolle wie beim Hopfen. Spezielle Analytik und eine dezidierte Qualitätsforschung sind für den Züchtungsprozess unverzichtbar. Dem Hüller Qualitätsteam gelang es, die technischen Möglichkeiten 100%ig auszureizen und Aromaprofile zu erstellen, die den hohen Stand der Hüller Special Flavor-Sorten belegen.

Im Arbeitsfeld Pflanzenschutz wurde, neben den zahlreichen Projekten und Routineprüfungen, eine vielversprechende Zusammenarbeit auf EU-Ebene etabliert, um gemeinsam die Verfügbarkeit von Pflanzenschutzverfahren im Hopfen zu erhalten und zu verbessern. In der Forschung wird besonderer Wert auf umweltverträgliche Verfahren, moderne Schaderregerprognosen und den Schutz von Nicht-Ziel-Organismen gelegt.

Zur Produktionstechnik wurden vielfältige Forschungsfragen bearbeitet. Optimierte, präzise Gerätetechnik, Bewässerungssteuerung, Erntetechnik und die ständige Verbesserung der Nacherntetechnologie – Trocknung und Konditionierung des Hopfens – sind nur Beispiele.

Entscheidend für den Gesamtwert der Hopfenforschung sind die Wissensvermittlung und die Beratung der Praktiker. In aktuellen Fachinformationen – Fax, Internet, Fachzeitschriften – sowie unzähligen Vorträgen und Veranstaltungen werden Fakten und aktuelle Forschungsergebnisse objektiv und effektiv vermittelt.

Die Zukunft wird alte und neue Herausforderungen für die Hopfenforschung bereit halten. Diese können nur von einer motivierten Gemeinschaft bewältigt werden. Die Kolleginnen und Kollegen des Arbeitsbereichs Hopfen in Hüll, Freising und Wolnzach haben im Berichtszeitraum zusammen mit zahlreichen Partnern innerhalb und außerhalb der LfL eine hervorragende Arbeit geleistet, die zu aufrichtigem Dank verpflichtet.

Genauso wichtig ist es, die Forschungsmöglichkeiten nachhaltig zu sichern und auf aktuellem Stand zu halten. Dies ist angesichts begrenzter Haushalte und steigender Kosten für Energie, Service, Geräte und Material nicht immer einfach. Umso wertvoller ist hier die öffentlich-private Partnerschaft, die in der Zusammenarbeit der LfL mit der Gesellschaft für Hopfenforschung ihren besonderen Ausdruck findet. Gemeinsame Ziele sind hier die technische Optimierung der Qualitäts- und Pathogen-Analytik, die Ertüchtigung der Gebäude und die Verbesserung der Informationstechnik.

Dr. Michael Möller  
Vorsitzender des Vorstandes  
der Gesellschaft für Hopfenforschung

Dr. Peter Doleschel  
Leiter des Instituts für  
Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

## InhaltsverzeichnisSeite

<b>1</b>	<b>Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen .....</b>	<b>8</b>
1.1	Laufende Forschungsvorhaben .....	8
1.2	Forschungsschwerpunkte .....	23
1.2.1	Züchtung .....	23
1.2.2	Hopfenbau, Produktionstechnik .....	27
1.2.3	Hopfenqualität und Analytik .....	29
1.2.4	Pflanzenschutz im Hopfen .....	30
<b>2</b>	<b>Witterung und Wachstumsverlauf 2012 - Auswirkungen auf produktionstechnische Maßnahmen in der Hallertau.....</b>	<b>31</b>
2.1	Witterungsdaten (Monatsmittelwerte bzw. Monatssummen) 2012 im Vergleich zu den 10 - und 50-jährigen Mittelwerten .....	34
<b>3</b>	<b>Statistische Daten zur Hopfenproduktion .....</b>	<b>35</b>
3.1	Anbaudaten .....	35
3.1.1	Struktur des Hopfenbaus .....	35
3.1.2	Hopfensorten .....	37
3.2	Ertragssituation im Jahr 2012.....	39
<b>4</b>	<b>Züchtungsforschung Hopfen.....</b>	<b>42</b>
4.1	Klassische Züchtung .....	42
4.1.1	Kreuzungen 2012 .....	42
4.1.2	Neuer Trend in der Hopfenzüchtung – Die Hüller Special Flavor-Hopfen mit zitrusartigen, fruchtigen und blumigen Aromanoten.....	42
4.1.3	Testsystem zur Beurteilung der Toleranz von Hopfen gegenüber Falschem Mehltau ( <i>Pseudoperonospora humuli</i> ) im Labor.....	49
4.1.4	Etablierung eines Blatt-Testsystems (detached leaf assay) im Labor .....	49
4.1.5	Monitoring von gefährlichen Viroid- und Virus-Infektionen an Hopfen in Deutschland.....	50
4.1.6	Forschungstätigkeiten zum vermehrten Auftreten von <i>Verticillium</i> -Infektionen .....	54
<b>5</b>	<b>Hopfenbau, Produktionstechnik.....</b>	<b>57</b>
5.1	Nmin-Untersuchung 2012.....	57
5.2	Tastversuch mit verschiedenen Nährstofflösungen zum ersten Hopfenputzen .....	59
5.3	Optimierung der Trocknungsleistung von Hopfen im Bandtrockner .....	62
5.4	LfL-Projekte im Rahmen der Produktions- und Qualitäts-initiative .....	64
5.4.1	Jährliche Erhebung, Untersuchung und Auswertung von Qualitätsdaten von Hopfen nach der Ernte .....	64
5.4.2	Jährliche Erhebung und Untersuchung des Schädlingsbefalls in repräsentativen Hopfengärten in Bayern.....	65
5.4.3	Betreuung von Adcon-Wetterstationen für die Peronospora-Prognose im Hopfenbau .....	65
5.5	Beratungs- und Schulungstätigkeit .....	66
<b>6</b>	<b>Pflanzenschutz im Hopfen.....</b>	<b>68</b>

6.1	Schädlinge und Krankheiten des Hopfens .....	68
6.1.1	Blattlaus .....	68
6.1.2	Peronospora.....	69
<b>7</b>	<b>Hopfenqualität und Analytik .....</b>	<b>73</b>
7.1	Allgemeines.....	73
7.2	Optimierung der Inhaltsstoffe als Zuchtziel.....	73
7.2.1	Anforderungen der Brauindustrie .....	73
7.2.2	Alternative Anwendungsmöglichkeiten.....	75
7.3	Differenzierung des Welthopfensortiments auf Basis der niedermolekularen Polyphenole.....	76
7.3.1	Bisherige Methoden der Sortenunterscheidung .....	77
7.3.2	Zielsetzung .....	78
7.3.3	Bisheriger Stand der Polyphenolanalytik.....	78
7.3.4	Material und Methoden .....	79
7.3.5	Ergebnisse und Auswertung.....	82
7.3.6	Hauptkomponentenanalyse .....	82
7.3.7	Clusteranalyse .....	90
7.4	Welthopfensortiment (Ernte 2011) .....	92
7.5	Qualitätssicherung bei der $\alpha$ -Säurenbestimmung für die Hopfenlieferungsverträge.....	99
7.5.1	Ringanalysen zur Ernte 2012 .....	99
7.5.2	Auswertung von Kontrolluntersuchungen .....	102
7.6	Herstellung von reinen $\alpha$ -Säuren und deren ortho-Phenylendia-min- Komplexen zur Überprüfung und Kalibrierung der HPLC-Standards .....	103
7.7	Hüller Special-Flavor-Hops .....	103
7.7.1	Biogenese der ätherischen Öle .....	103
7.7.2	Verbesserung der Aromacharakterisierung.....	105
7.8	Analysen für die Arbeitsgruppe IPZ 3d „Heil- und Gewürzpflanzen“ .....	106
7.9	Kontrolle der Sortenechtheit .....	106
<b>8</b>	<b>Veröffentlichungen und Fachinformationen .....</b>	<b>107</b>
8.1	Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit .....	107
8.2	Veröffentlichungen .....	107
8.2.1	Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge .....	107
8.2.2	LfL-Schriften.....	109
8.2.3	Beiträge in Rundfunk und Fernsehen.....	109
8.3	Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen .....	110
8.3.1	Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare.....	110
8.3.2	Vorträge.....	111
8.3.3	Führungen .....	115
8.3.4	Ausstellungen und Poster.....	119
8.4	Aus- und Fortbildung .....	119
8.5	Mitarbeit in Arbeitsgruppen, Mitgliedschaften.....	120
<b>9</b>	<b>Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben.....</b>	<b>121</b>
<b>10</b>	<b>Forschungsschwerpunkte.....</b>	<b>123</b>

**11 Personal IPZ 5 - Arbeitsbereich Hopfen.....125**

# 1 Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen

## 1.1 Laufende Forschungsvorhaben

### Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettnanger

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen und AG Hopfenqualität/Hopfenanalytik
<b>Finanzierung:</b>	Ministerium für Ländlichen Raum, Verbraucherschutz und Ernährung, Baden-Württemberg Hopfenpflanzerverband Tettnang; Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G. Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.
<b>Projektleitung:</b>	Dr. E. Seigner, A. Lutz
<b>Bearbeitung:</b>	A. Lutz, J. Kneidl, D. Ismann und Züchtungsteam (alle IPZ 5c) Dr. K. Kammhuber, C. Petzina, B. Wyschkon, M. Hainzmaier und S. Weihrauch (alle IPZ 5d)
<b>Kooperation:</b>	Versuchsgut Straß, F. Wöllhaf
<b>Laufzeit:</b>	01.05.2011 - 31.12.2014

### Ziel

Zielsetzung dieses Züchtungsprogrammes ist es, die Landsorte Tettnanger in ihrem Ertragspotenzial und ihrer Pilzresistenz deutlich zu verbessern, dabei soll die Aromausprägung möglichst nahe beim ursprünglichen Tettnanger bleiben. Durch reine Auslesezüchtung innerhalb der natürlich vorhandenen Variabilität der Tettnanger Landsorte ist dies nicht zu realisieren. Daher muss versucht werden, dieses Ziel durch gezielte Kreuzungen von Tettnanger mit vorselektierten männlichen Aromalinien, die breite Krankheitsresistenz und gute agronomische Leistungen mitbringen, zu erreichen.

### Ergebnisse

Im Frühjahr wurde mit der Vorselektion der Sämlinge aus den sieben Kreuzungen von 2011 begonnen. Die Sämlinge wurden im Gewächshaus nach künstlicher Inokulation mit verschiedenen Mehltäustämmen bzw. im zweiten Schritt mit Peronospora-Zoosporangien auf Krankheitsresistenz bzw. -toleranz geprüft. 428 als resistent bzw. tolerant eingestufte Sämlinge wurden nachfolgend in der Vegetationshalle weiterselektiert. Dadurch waren Aussagen zu Wüchsigkeit, Geschlecht, Resistenzen, Doldenansatz möglich. Im Frühjahr 2013 werden 303 viel versprechende weibliche Stämme in den Zuchtgarten Hüll für die 3-jährige Sämlingsprüfung ausgepflanzt. Einige männliche Stämme kommen in den Zuchtgarten für männliche Hopfen zur weiteren Begutachtung.

Im Hüller Zuchtgarten stehen bereits seit Herbst 2011 242 vorselektierte weibliche Sämlinge zur Prüfung, die den beiden ersten Kreuzungen des Jahres 2010 entstammen. Sieben Sämlinge mit hopfig-feinen Aromabeurteilungen aus dieser ersten Generation (Sämlinge 2011/24) konnten schon im Herbst 2012 zum ersten Mal beerntet und deren Doldeninhaltsstoffe chemisch analysiert werden (EBC 7.7).



<b>Eigenschaften</b>	<b>Tettnanger</b>	<b>Sämlinge (2011/24)</b>
Aromaeinschätzung	fein, hopfen-würzig	fein, hopfen-würzig
$\alpha$ -Säuren (%) <sup>1</sup>	3,8	4,3 – 5,8
$\beta$ -Säuren (%) <sup>1</sup>	4,0	2,3 – 4,7
Cohumulon (%) <sup>2</sup>	23	20 – 23
Xanthohumol (%) <sup>1</sup>	0,4	0,2 – 0,4

<sup>1</sup>in % (w/w); <sup>2</sup>relativ in % der Alphasäuren

Die chemischen Daten der ersten Sämlinge aus diesem Züchtungsprogramm geben einen ersten Anhaltspunkt, dass das Züchtungsziel erreicht werden kann. Bei den Ergebnissen bleibt zu berücksichtigen, dass die Dolden von Junghopfen (im ersten Anbaujahr) noch nicht das volle Potential zeigen. Außerdem ist eine sichere Einschätzung der agronomischen Eigenschaften in diesem frühen Entwicklungsstadium noch nicht möglich. Erst in den nächsten beiden Jahren werden diese Sämlinge unter Feldbedingungen ihre Wüchsigkeit, Krankheitsresistenz (Resistenz bzw. Toleranz gegenüber Peronospora, Echtem Mehltau, Botrytis und Verticillium-Welke) und ihr Ertragspotential unter Beweis stellen können. Darüber hinaus liegen dann auch zuverlässige Erkenntnisse zur Aromaeinschätzung und zu den Bitterstoffgehalten vor.

Entsprechend dem Projektplan wurden im Sommer 2012 vier weitere Kreuzungen mit Tettnanger und vier vorselektierten männlichen Stämmen mit Potential für traditionelle bzw. fruchtbare Aromausprägung, Krankheitsresistenz und gute agronomische Eigenschaften durchgeführt.

Mit 13 Kreuzungen und 525 weiblichen Sämlingen aus diesem Züchtungsprogramm, die bereits zur Prüfung im Zuchtgarten stehen oder 2013 ausgepflanzt werden, sind die im Projektplan festgelegten Sollgrößen bereits im zweiten Projektjahr erfüllt worden.

### **Mehltauisolate und ihr Einsatz in der Mehлтаuresistenzzüchtung bei Hopfen**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
<b>Projektleitung:</b>	Dr. E. Seigner, A. Lutz
<b>Bearbeitung:</b>	A. Lutz, J. Kneidl, K. Oberhollenzer, S. Hasyn (EpiLogic)
<b>Kooperation:</b>	Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH, Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising
<b>Laufzeit:</b>	01.01.2011 - 31.12.2012

### **Ziel**

Seit dem Jahr 2000 werden für die Mehлтаuresistenzprüfung im Gewächshaus und Labor Mehлтаuisolate mit charakterisierten Virulenzeigenschaften eingesetzt. Zusammen mit den ständig optimierten Prüfsystemen im Gewächshaus und Labor bilden sie die Säulen für eine effektive Züchtung von mehлтаuresistenten Hopfensorten.

## Ergebnisse

11 charakterisierte Einzelspor-Isolate von *Podosphaera macularis*, dem Echten Mehltau-pilz bei Hopfen, wurden 2012 zusammen mit den Resistenztestsystemen für folgende Fra-gestellungen oder Untersuchungen eingesetzt:

- Vor dem Start der Testungen im Februar wurden, wie jedes Jahr, die Virulenzeigenschaften aller Mehltauisolat-e überprüft. Dazu wurde ein Sortiment von elf Hopfensorten, die alle bisher bekannten Resistenzgene tragen, zur Differenzierung der Virulenzen eingesetzt. So wurde sichergestellt, dass die zur Verfügung stehenden Isolate auch Jahre nach der Inkulturnahme keine ihrer Virulenzgene durch Mutation verloren haben. Drei neue Isolate unbekannter Virulenz wurden 2012 in Kultur ge-nommen. Sie werden 2013 erstmals charakterisiert.
- Unter standardisierten Infektionsbedingungen wurden alle Sämlinge aus 90 Kreuzun-gen des Vorjahres im Gewächshaus künstlich mit drei Mehltauisolaten beimpft, die alle Virulenzen aufweisen, die in der Hallertau verbreitet auftreten.
- Des Weiteren wurden Zuchtstämme, Sorten und Wildhopfen, die sich im Gewächshaus als resistent zeigten, im Labor bei EpiLogic nachgetestet. Dabei kamen ein englisches Mehltauisolat („R2-Resistenzbrecher“) und ein Hallertauer Isolat, das regionale Bedeu-tung hat, zum Einsatz. Nur mit Zuchtstämmen und Sorten, die eine breite Widerstands-fähigkeit gegenüber Echtem Mehltau in beiden Prüfungen bewiesen, wurde weiterge-züchtet.

### Überblick zur Mehltauresistenzprüfung 2012

2012	Testung im Gewächshaus		Blatt-Test im Labor	
	Pflanzen	Boniturdaten	Pflanzen	Boniturdaten
Sämlinge aus 90 Kreuzungen	ca. 100.000 bei Massen-Selektion		-	-
Zuchtstämme	216	588	193	1.367
Sorten	14	26	10	48
Wildhopfen	5	9	2	12
Virulenzen Mehltauisolate	-	-	11	375

## **Charakterisierung der Interaktion Hopfen-Hopfenmehltau auf Zellebene und Funktionsanalyse von an der Abwehr beteiligten Genen**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
<b>Projektleitung:</b>	Dr. E. Seigner
<b>Bearbeitung:</b>	K. Oberhollenzer, B. Forster, A. Lutz
<b>Kooperation:</b>	Prof. Dr. R. Hückelhoven, Dr. Ruth Eichmann, TU-München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Lehrstuhl für Phytopathologie Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising
<b>Laufzeit:</b>	01.04.2008 - 31.03.2012

Aktuell ist die Dissertationsarbeit zu diesen Themen von Frau K. Oberhollenzer in Vorbereitung.

## **Forschungstätigkeiten zum vermehrten Auftreten von *Verticillium*-Infektionen**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen und AG Hopfenbau/Produktionstechnik
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G. Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft (Wifö)
<b>Projektleitung:</b>	Dr. S. Seefelder
<b>Bearbeitung:</b>	K. Maurer, C. Püschel, P. Hager, K. Oberhollenzer, K. Hofmann, H. Schmid, E. Niedermeier
<b>Kooperation:</b>	Dr. S. Radisek, Slovenian Institute of Hop Research and Brewing, Slowenien Prof. B. Javornik, Universität Lubljana, Slowenien Prof. G. Berg, Karl-Franzens-Universität, Graz, Österreich Hopfenbau und Produktionstechnik, IPZ 5a
<b>Laufzeit:</b>	01.03.2008 - 31.05.2013

### **Ziel**

Das mittlerweile gravierende Ausmaß der Hopfenwelke in bestimmten Gegenden der Hallertau, aber vereinzelt auch in Tettwang, erfordert große Anstrengungen auf verschiedenen Forschungsbereichen. So ist es ein wichtiges Ziel für den Erreger der Hopfenwelke, dem *Verticillium*-Pilz, ein sicheres Diagnosesystem zu etablieren mit dem auch bereits infizierte Hopfenpflanzen ohne Symptome rechtzeitig ausselektiert werden können. Dies ist sehr wichtig zur Eindämmung der weiteren Verbreitung dieser gefährlichen Krankheit.

Da es weltweit, wie auch bei anderen Fruchtarten, bislang keine effektiven Pflanzenschutzapplikationen gegen die *Verticillium*-Welke gibt, beschäftigt sich ein weiterer wichtiger Bereich der Forschung mit präventiven „biologischen“ Bekämpfungsstrategien. Daher ist es das Ziel verschiedene Bakterienstämme, die sich zum vorbeugenden Schutz von bodenbürtigen Pilzpathogenen bei anderen Kulturarten bewährt haben, auch auf ihre Eignung bei Hopfen zu testen.

### **Ergebnisse**

Im Rahmen dieser Projektarbeiten konnte ein molekularer *Verticillium*-Schnelltest direkt aus der Hopfenrebe erfolgreich etabliert werden. Über diesen real-time PCR assay entfällt nicht nur die langwierige Pilzanzucht sondern es kann somit auch sensitiver auf *V. albo-atrum* und *V. dahliae* detektiert werden als mit der bisherigen Standard-PCR. Die erfolgreiche Besiedelung von vier Bakterienstämmen mit „potentieller“ antagonistischer Wirkung konnte an der Versuchssorte Hallertauer Tradition nachgewiesen werden. Zum einen aus Gründen der Reproduzierbarkeit von Gewächshausversuchen mit Feldversuchen, als auch zur Zeitersparnis in Anbetracht der Dringlichkeit, praxistaugliche Möglichkeiten zur *Verticillium*-Kontrolle auszuschöpfen, wurde ein Feldversuch mit Bioantagonisten auf zwei Hopfensorten angelegt. Zum Schutz gegen die neuen, weit aus aggressiveren *Verticillium*-Formen wird gegenwärtig über künstliche Infektionen verstärkt am Aufbau eines Selektionssystems von möglichen *Verticillium*-toleranten Sämlingen im Zuchtmaterial gearbeitet.

### **Monitoring von gefährlichen Viroid- und Virus-Infektionen an Hopfen in Deutschland**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz, AG Pathodiagnostik und Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen
<b>Finanzierung:</b>	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München
<b>Projektleitung:</b>	Dr. L. Seigner, Institut für Pflanzenschutz (IPS 2c); Dr. E. Seigner, A. Lutz (beide IPZ 5c)
<b>Bearbeitung:</b>	S. Kaiser <sup>1</sup> , J. Matzka <sup>2</sup> , C. Huber, L. Keckel, M. Kistler, D. Köhler, F. Nachtmann (alle IPS 2c); A. Lutz, J. Kneidl (IPZ 5c)
<b>Kooperation:</b>	Dr. K. Eastwell, Washington State University, Prosser, USA <sup>1</sup> Prof. Dr. Wolfgang W.P. Gerlach, Fakultät Gartenbau und Lebensmitteltechnologie, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf <sup>2</sup> Prof. Dr. Thomas Ebertseder, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft AG Hopfenbau und Produktionstechnik, IPZ 5a AG Pflanzenschutz im Hopfenbau, IPZ 5b Hopfenberater vor Ort Hopfenring e.V. Praxisbetriebe Vermehrungsbetrieb Eickelmann, Geisenfeld
<b>Laufzeit:</b>	März - Dezember 2012

## **Ziel**

Virus- und Viroidbefall können insbesondere unter Stressbedingungen bei Hopfen zu beachtlichen Ertrags- und Alphasäureeinbußen führen, zumal diese Infektionen sehr leicht mechanisch oder über Blattläuse verbreitet werden, aber nicht mit Pflanzenschutzmitteln zu bekämpfen sind. Seit 2009 wird von der LfL ein Monitoring in den Hopfenanbaugebieten und den Zuchtgärten der LfL durchgeführt, um über die Verbreitung des Hop stunt viroids Aufschluss zu geben, seit 2011 wird dabei auch auf fünf hopfentypische Viren getestet. Dadurch sollen vor allem, falls detektiert, Erstbefallsherde mit dem gefürchteten Hop stunt viroid (= HSVd; Hopfenstaucheviroid) detektiert und nachfolgend schnell eliminiert werden, wodurch dessen flächenmäßige Ausbreitung verhindert wird.

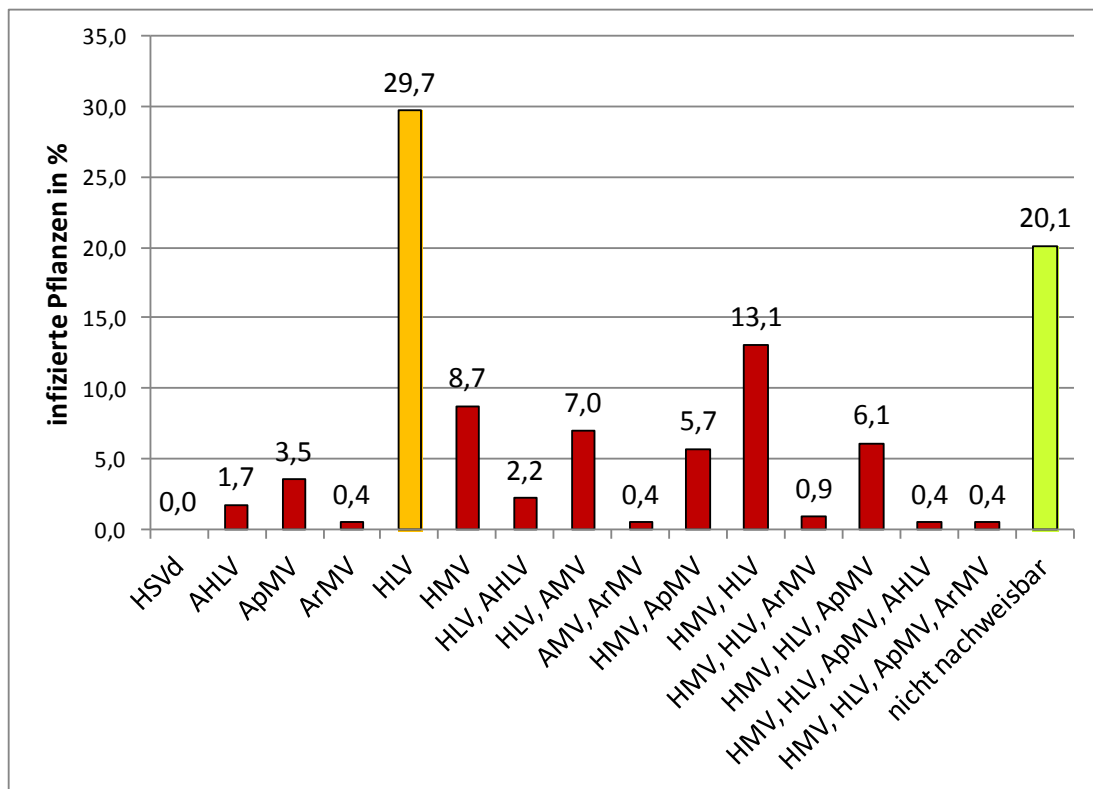
## **Methode**

Blattproben, die aus den Zuchtgärten der LfL, einem Vermehrungsbetrieb der GfH sowie von Praxisflächen aus der Hallertau und dem Tettlinger Gebiet kamen, wurden im Pathogendiagnostiklabor von IPS 2c mit molekularen und immunologischen Methoden auf folgende Pathogene untersucht: DAS-ELISA (Doppel-Antikörper-Sandwich-Enzyme Linked Immunosorbent Assay)-Testung auf ApMV (Apfelmosaik-Virus), Hop mosaic virus (HMV, Hopfenmosaik-Carlavirus) und Arabis mosaic virus (ArMV, Arabismosaik-Virus); RT-PCR (reverse Transkriptase Polymerasekettenreaktion)-Testung unter Nutzung der Primer von Eastwell und Nelson (2007) bzw. von Eastwell (pers. Mitteilung, 2009) auf HLV (Latentes Hopfencarlavirus) und Hop stunt viroid (HSVd) sowie stichprobenartig auf AHLV (Amerikanisches Latentes Hopfen-Carlavirus).

Bei der RT-PCR wurde zusätzlich eine interne RT-PCR-Kontrolle auf Hopfen-mRNA (Seigner et al. 2008) mitgeführt, um das Funktionieren der RT-PCR zu überprüfen und „falsch negative“ Resultate auszuschließen. Die Untersuchungen wurden zum großen Teil von zwei Praktikantinnen der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf durchgeführt.

## **Ergebnisse**

Bei insgesamt 249 der im Jahr 2012 untersuchten Hopfenproben wurde kein einziges Mal HSVd gefunden. Dem gegenüber ist der Befall mit den verschiedenen Viren sehr massiv. Allerdings wird die Befallshäufigkeit überschätzt, da aus den Praxisbetrieben bevorzugt auffällige Hopfenpflanzen beprobt wurden.



Übersicht zu den 2012 festgestellten Virus- und Viroid-Infektionen; rot = Infektionen mit negativen Auswirkungen auf Ertrag und Alphasäurenertrag; HLV (orange) = nur latenter Befall ohne erkennbaren Auswirkungen. 44 % der auf Viren untersuchten Proben wiesen nur eine Einfachinfektion auf, während bei 31 % Mehrfachinfektionen nachgewiesen wurden.

Bei sehr vielen Proben wurde HLV (59 %) festgestellt, wobei dieses Virus bei Hopfen, in denen es nur alleine nachgewiesen wurde, keine sichtbaren Schäden verursacht. Allerdings war das Latente Hopfenvirus oftmals Teil einer Mischinfektion mit bis zu drei weiteren Virusarten. Bei solchen Pflanzen sind gravierende Auswirkungen auf Ertrag und Hopfeninhaltsstoffe zu erwarten, zumal alle anderen Virusarten wie ApMV und HMV und in besonders ausgeprägtem Maße ArMV zu deutlichen Schäden führen. 94 % aller positiven Proben waren mit den Blattlaus-übertragbaren Carlaviren HMV und HLV infiziert. Auf AHLV, das auch von Blattläusen übertragen wird, wurde nur stichprobenartig untersucht, da laut Literatur dieses Virus lediglich in den USA und bei Hopfenmaterial aus den USA eine Rolle spielt. In neun von insgesamt 53 untersuchten Hopfenproben wurde eine Infektion nachgewiesen. ArMV war kaum vorzufinden. Alle bei einem Vertragsvermehrter der Gesellschaft für Hopfenforschung positiv getesteten Pflanzen wurden sofort eliminiert. Daher sind virusfreie, gesunde Fehser über diese Bezugsquelle gewährleistet.

## **Überprüfung von zwei Prognosemodellen zur Bekämpfung des Echten Mehltaus im Hopfen und Einführung einer Prognose zur Bekämpfung der Krankheit in der Praxis**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft HVG e.G.
<b>Projektleitung:</b>	B. Engelhard (bis 03/2011), Dr. F. Weihrauch
<b>Bearbeitung:</b>	J. Schwarz, G. Meyr
<b>Laufzeit:</b>	01.01.2010 - 31.12.2012

### **Ziel**

Ein vorläufiges Prognosemodell, das nach empirischen Daten von B. Engelhard über mehrere Jahre entwickelt wurde, und ein witterungsgestütztes Prognosemodell, das anhand wissenschaftlicher Daten von Dr. S. Schlagenhauser im Rahmen einer Dissertation entwickelt wurde, wurden mehrere Jahre in Freilandversuchen überprüft. Der Infektionsdruck in mehreren unbehandelten Parzellen war in dieser Zeit allerdings zu gering, um endgültige Aussagen zur Treffsicherheit der Prognose machen zu können. Die Versuche dienten zur Klärung der Frage der Umsetzbarkeit der beiden Modelle in ein zuverlässiges Prognosesystem.

### **Ergebnisse**

An vier Standorten wurden in drei Sorten drei Varianten geprüft:

Hemhausen	-	HM, HT
Reitersberg	-	TU
Einthal	-	HM
Eichelberg	-	TU

An allen Standorten und allen Sorten waren unbehandelte Parzellen mit je ca. 500 m<sup>2</sup> und Parzellen, die nach den Spritzaufrufen der vorläufigen und der witterungsgestützten Prognosemodelle behandelt wurden.

Wie in den Vorjahren war auch 2012 der Befallsdruck mit Echem Mehltau gering und beide Modelle lösten lediglich einen Spritzaufruf im Juli aus. Zur Ernte war dann wiederum entsprechend in den unbehandelten Parzellen ein viel zu geringer Befall zu verzeichnen, um aussagekräftige Ergebnisse zu bekommen.

Der einzige echte Spritzaufruf der Saison wurde von beiden Modellen für alle Sorten am 04.07. ausgelöst. Dazu kam im 'vorläufigen Modell' ein präventiver Aufruf für alle Standorte am 06.06. nach fünf relevanten Tagesabschnitten vor dem Wochenende. Bei der Abschlussbonitur Ende August wurde weder in den unbehandelten Kontrollparzellen noch in den behandelten Parzellen relevanter Befall ermittelt.

Die Evaluierung der beiden Mehltauprognosemodelle wird in den Folgejahren als Daueraufgabe im gleichen Umfang weitergeführt.

## **Reduzierung oder Ersatz kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen
<b>Finanzierung:</b>	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN)
<b>Projektleitung:</b>	B. Engelhard (bis 03/2011), Dr. F. Weihrauch
<b>Bearbeitung:</b>	J. Schwarz, D. Ismann, G. Meyr
<b>Kooperation:</b>	Naturland-Hof Pichlmaier, Haushausen
<b>Laufzeit:</b>	19.04.2010 - 28.02.2014

### **Ziel**

Nach umwelt- und anwendertoxikologischer Beurteilung durch das Umweltbundesamt (UBA) sollten kupferhaltige Pflanzenschutzmittel generell nicht mehr eingesetzt werden. Ökobetriebe praktisch aller Kulturen können zum derzeitigen Stand allerdings nicht auf diesen Wirkstoff verzichten. Es soll deshalb in einem vierjährigen Versuchsprogramm überprüft werden, wie weit die Kupfermengen im Hopfen pro Saison reduziert werden können, ohne den Ertrag und die Qualität des Erntegutes zu verschlechtern. Die derzeit erlaubte Aufwandmenge von 4,0 kg Cu/ha/Jahr soll zumindest um ein Viertel auf 3,0 kg Cu/ha/Jahr reduziert werden.

### **Ergebnisse**

Es wurde erneut eine Peronosporastation zur Erfassung der Zoosporangien aufgestellt (diesmal in einem dem Versuchsgarten benachbarten Öko-Garten) und ausgewertet. Im Vergleich zu den Warndienststationen in konventionellen Gärten lagen die Zoosporangienzahlen im Öko-Hopfengarten 2012 im Juni bis um den Faktor 8 höher (2010 bzw. 2011 betrug der Faktor maximal 10 bzw. 15). Zeitlich waren die Anstiege und Rückgänge der Zoosporangienzahlen wieder einigermaßen identisch mit jenen in konventionellen Gärten.

Das Versuchsprogramm wurde auch 2012 im vollen Umfang durchgeführt. Anders als 2011 konnte wieder rechtlich problemlos auf die ursprünglich geplanten Kupferhydroxide ('Cuprozin progress' und 'Funguran progress') zurückgegriffen werden. Neben diesen beiden Produkten wurden 2012 weitere kupferhaltige Fungizide eingesetzt, nämlich das tribasische Kupfersulfat 'Cuproxtat' sowie unter dem Namen 'CuCaps' mikroverkapseltes Kupfersulfat, das die effektiv wirksamen Kupferionen langsam und kontinuierlich abgeben sollte.

Wie in den Vorjahren wurden 2012 außer der unbehandelten Kontrolle keine völlig kupferfreien Varianten in den Versuchsplan aufgenommen.

Die drei ausgewählten Pflanzenstärkungsmittel 'Herbageen', 'Biplantol' und 'Frutogard' charakterisieren grundsätzlich die wichtigsten Zusammensetzungen der vielfältig angebotenen Produkte und wurden in jedem Fall in Kombination mit 'Funguran progress' eingesetzt. Als Tastveruche, die nur in je einer Parzelle erfolgten, wurde zudem der Riesenknöterich-Extrakt 'Sakalia' sowie das Produkt 'Polyversum' ebenfalls in Kombination mit 'Funguran progress' eingesetzt.



- Die Versuchsplanung war wie in den Vorjahren auf ein Splitting der Kupfermenge auf sechs Behandlungen ausgerichtet. Die Vorgaben 4,0, 3,0 und 2,0 kg Reinkupfer/ha wurden bei keinem Produkt überschritten. Zu jeder Behandlung wurden betriebsübliche Bio-Produkte (Gesteinsmehl, Braunalgen) zugegeben.
- Anders als im Vorjahr mit sehr starkem Druck gab es Anbaugesamt Hallertau 2012 wieder normalen Peronospora-Infektionsdruck. Dies ergab für die Versuchsdurchführung ebenso normale Voraussetzungen.
- Die unbehandelten Kontrollparzellen waren wegen des sehr starken Befalls (92,8 % Doldenbefall zur Ernte) nicht vermarktbar und mussten wieder komplett vernichtet werden. Eine Ertragsermittlung ergab hier zudem hoch signifikante Verluste. Ansonsten konnte wiederum in allen Versuchsvarianten marktfähiger Hopfen erzeugt werden.
- Die Aufwandmenge von 3,0 kg/ha Reinkupfer ergab in allen Varianten bei den relevanten Bonituren einen geringeren Doldenbefall als bei 2,0 kg/ha Kupfer.
- Anders als im Vorjahr brachte der Zusatz von Synergisten zu Kupferhydroxid nicht zwingend eine deutliche Verbesserung des Kontrolleffektes, da die 'reguläre' Funguran progress-Variante mit einem Doldenbefall von 3,4 % zur Ernte bereits hervorragend war. Die beiden 'Frutogard'-Varianten zeigten allerdings wie in den Vorjahren eindeutig die beste Wirkung gegen die Peronospora.
- Die beste Variante war 3,0 kg Cu/ha Funguran progress plus Frutogard (0,3 % kranke Dolden), gefolgt von 2,0 kg Cu/ha Funguran progress plus Frutogard (0,7 %). Etwas mehr Befall wies die Variante 3,0 kg Cu/ha Funguran progress plus Biplantol mit 2,9 % kranken Dolden auf, gefolgt von 3,0 kg Cu/ha Funguran progress solo (3,4 %), 4,0 kg Cu/ha Funguran (3,7 %), 3,0 kg Cu/ha Funguran progress plus Herbagreen (3,8 %) und 2,0 kg Cu/ha Funguran progress plus Biplantol (4,2 %). Bei allen genannten Varianten muss ein sehr guter Bekämpfungserfolg konstatiert werden, der bei der Neutralen Qualitätsfeststellung zu keinerlei Abzügen führen würde.
- Es wurden erneut Rückstandsanalysen auf Phosphonate durchgeführt. Beprobte wurden Doldenmuster und Wurzelproben der Parzellen 1 (unbehandelt) sowie 11 und 12 (3 Jahre Einsatz von Frutogard). Bei den Doldenproben aus den Frutogard-behandelten Parzellen 11 und 12 wurden Werte von 15,7 bzw. 12,1 mg/kg TM gefunden. Dies ist erstaunlich, da die letzte Behandlung mit Frutogard bereits am 9. Juli noch vor der Blüte erfolgt war, acht Wochen vor der Ernte. Da die Dolden sich erst deutlich nach der letzten Behandlung gebildet hatten, muss der Wirkstoff über eine systemische Verteilung innerhalb der Pflanze als nachweisbarer Rückstand in die Dolden gelangt sein. Dieses Phänomen war in den beiden Vorjahren nicht zu beobachten gewesen. Das Ergebnis der Wurzelproben lag wie das unbehandelte Doldenmuster in jedem Fall unter der Nachweisgrenze von 0,5 mg/kg TM Phosphit. Eine Anreicherung des Wirkstoffes im Wurzelbereich erscheint demnach unwahrscheinlich.
- Bei der Beurteilung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass der Versuch in der peronosporatoleranten Sorte Perle durchgeführt wurde. Bei stärker anfälligen Sorten stoßen die niedrigen Kupfermengen voraussichtlich an ihre Grenzen.

## Schnellkäfer-Monitoring in Hopfengärten der Hallertau mit Pheromonfallen

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen
<b>Finanzierung:</b>	Eigeninteresse; Syngenta Agro GmbH, Maintal
<b>Projektleitung:</b>	Dr. F. Weihrauch
<b>Bearbeitung:</b>	Dr. F. Weihrauch, J. Schwarz
<b>Kooperation:</b>	JKI Braunschweig, Syngenta Agro GmbH, Maintal
<b>Laufzeit:</b>	seit 2010

### Ziel

Bei den allgemein als 'Drahtwürmer' bezeichneten Bodenschädlingen handelt es sich um die Larven von Schnellkäfern (Elateridae). Drahtwürmer haben in den letzten Jahren in stetig zunehmendem Maße offensichtlich Schäden am Hopfen verursacht, insbesondere bei Jungpflanzen. Allerdings ist das Wissen um die tatsächliche Biologie dieser Schädlinge bislang sehr begrenzt und bezieht sich z.B. hinsichtlich der Entwicklungsdauer der Larven hauptsächlich auf mehrere Jahrzehnte alte Studien des Saatschnellkäfers *Agriotes lineatus*. Andere Arten besitzen jedoch deutlich kürzere Entwicklungszeiten. Das müsste bei sinnvollen Bekämpfungsmaßnahmen natürlich Berücksichtigung finden. Das tatsächliche, aktuelle Artenspektrum der Schnellkäfer im Hopfen war bis dato jedoch unbekannt.

Um hier Abhilfe zu schaffen, wurde im Rahmen eines mehrjährigen, bundesweiten Verbundprojektes im Jahr 2010 auch in der Hallertau erstmals mit dem Monitoring von adulten Schnellkäfern begonnen. Im dritten Projektjahr 2012 wurden Fänge aus Pheromonfallen in LfL-Zuchtgarten Stadelhof (Lkrs. Pfaffenhofen, 385 m ü.NN, Bodenart lehmiger Sand) und einem konventionellen Garten am Rand des Paartales (Gambach, Lkrs. Pfaffenhofen, 425 m ü.NN, Bodenart Sand) verglichen. In Gambach wurden auch Bodenfallen für Drahtwürmer in einem Bifang mit Jungpflanzen und offensichtlichem Drahtwurmschaden exponiert, die mit keimenden Weizenkörnern beködert waren und im zweiwöchigen Abstand geleert wurden.

### Ergebnisse

Insgesamt wurden 2012 in 15 Wochen (26. April – 2. August) 452 adulte Käfer (7 Arten, davon 6 *Agriotes* spp.) in Pheromonfallen gefangen (Stadelhof: 110 Käfer, Gambach: 342 Käfer). An beiden Standorten war der Saatschnellkäfer *A. lineatus* mit etwa 60 % der Fänge die dominierende Art, gefolgt vom Düsternen Humusschnellkäfer *A. obscurus* (21,8 und 20,2 %) und dem Garten-Humusschnellkäfer *A. sputator* (7,3 und 15,2 %). An beiden Standorten traten zudem *A. acuminatus*, *A. gallicus* und *A. ustulatus* auf geringem Niveau (<5 %) auf.

Bei den 85 gefangenen Drahtwürmern aus den Bodenfallen (7 Arten; die Artbestimmung wurde hier von Dr. J. Lehnhus, JKI Braunschweig durchgeführt) bot sich erstaunlicherweise ein völlig anderes Bild: *Agriotes lineatus*, *A. obscurus* und *A. sputator* machten hier zusammen nur 10 % des Gesamtfangs aus, während das Gros aus den Arten *Agrypnus murinus* (40 %) und *Selatosomus aeneus* (36 %) bestand, die nach Literaturangaben beide eher als carnivor eingestuft werden. Hier besteht demnach noch essentieller Forschungsbedarf, um mehr Licht ins Dunkel des tatsächlichen Geschehens im Wurzelbereich des Hopfens zu bringen.

## **Differenzierung des Welthopfensortiments mit Hilfe der niedermolekularen Polyphenole**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenqualität und -analytik
<b>Finanzierung:</b>	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten (STMELF)
<b>Projektleitung:</b>	Dr. K. Kammhuber
<b>Bearbeitung:</b>	Dr. K. Kammhuber, B. Sperr, E. Neuhof-Buckl, B. Wyszkon
<b>Kooperation:</b>	Dr. M. Coelhan und Team, Technische Universität München, WZW, Forschungszentrum Weihenstephan für Brau- und Lebensmittelqualität
<b>Laufzeit:</b>	01.01.2010 - 31.06.2012

### **Ziel**

Zuerst sollte eine geeignete Probenvorbereitung und HPLC-Methode ausgearbeitet und damit das ganze in Hüll verfügbare Welthopfensortiment der Erntejahre 2009, 2010 und 2011 untersucht werden. Das Ziel war herauszufinden, ob Hopfensorten unterscheidbar sind und eine Gruppierung, auch eventuell nach Ländern, möglich ist.

### **Ergebnisse**

Mit der entwickelten Probenvorbereitung und HPLC-Methode wurde das ganze Welthopfensortiment der Erntejahre 2009, 2010 und 2011 analysiert. Vor allem die Quercetin- und Kämpferolglykoside sind für die Sortenunterscheidung geeignet. Einige Sorten unterscheiden sich sehr gut, viele Sorten wie die Landsorten sind aber doch in ihrer Flavonoidzusammensetzung relativ ähnlich. Eine Gruppierung nach Ländern ist teilweise möglich. Mit Hilfe der Hauptkomponentenanalyse und Clusteranalyse wurden die Daten ausgewertet, um Ähnlichkeiten und Unterschiede herauszuarbeiten und zu veranschaulichen. Es wurde ein Abschlussbericht erstellt und Teilergebnisse in Brewing Science veröffentlicht.

## **Verbesserung der Aromacharakterisierung der Hüller „Special-Flavor-Hops“**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenqualität und -analytik
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft HVG e. G
<b>Projektleitung:</b>	Dr. K. Kammhuber
<b>Bearbeitung:</b>	E. Neuhof-Buckl, S. Weihrauch
<b>Kooperation:</b>	Dr. M. Coelhan und Team, Technische Universität München, WZW, Forschungszentrum Weihenstephan für Brau- und Lebensmittelqualität
<b>Laufzeit:</b>	01.10.2012 - 31.10.2013

## **Ziel**

Die in Hüll etablierte Aromaanalytik soll mit diesem Projekt verfeinert und verbessert werden, um eine solide Basis für weitere Züchtungen im Bereich Flavor-Hopfen zu schaffen. Folgendes Arbeitsprogramm wurde aufgestellt:

- Aufklärung und Identifizierung unbekannter Substanzen mit GC-MS
- Identifizierung aromaaktiver Substanzen mit GC-Sniffing
- Informative Untersuchungen über Schwefelverbindungen (flammenphotometrischer Detektor, Schwefelatome emittieren beim Verbrennen Licht mit der Wellenlänge 394 nm, dadurch ist eine hochempfindliche und selektive Messung möglich)

## **Ergebnisse**

Momentan wird am Forschungsprojekt gearbeitet. Die Ergebnisse werden im nächsten Jahresbericht veröffentlicht.

## **Entwicklung und Optimierung einer Maschine zur automatischen Hopfenpflücke**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung und Institut für Landtechnik und Tierhaltung
<b>Finanzierung:</b>	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
<b>Projektleitung:</b>	J. Portner
<b>Bearbeitung:</b>	IPZ 5 und Dr. G. Fröhlich, Dr. Z. Gobor, (ILT)
<b>Kooperation:</b>	Fa. Fuß Maschinenbau GmbH & Co. KG, Schkölen
<b>Laufzeit:</b>	01.09.2011 - 31.03.2014

## **Ziel**

Ziel ist das manuelle Einhängen der Hopfenreben in den Einzugsarm der Hopfenpflückmaschine zu automatisieren, so dass bei gleicher Pflückqualität die dafür herangezogenen meist ausländischen Saisonarbeitskräfte ersetzt werden können. Zur Umsetzung werden im ersten Schritt die 6 - 7 m langen Hopfenreben in einer zu entwickelnden Schneidvorrichtung in ca. 1 m lange Stücke vorgeschnitten. Eine Dosiereinrichtung führt die Rebenabschnitte gleichmäßig einer modifizierten Pflücheinheit zu, die im wesentlichen dem bereits verbesserten Nachpflücker der Firma Fuß entspricht. Dort werden die Hopfendolde von den Rebenteilen getrennt und gelangen wie bisher zusammen mit den abgepflückten Blättern zur Reinigungseinheit.

## **Ergebnisse**

In der Hopfenernte 2011 wurden unterschiedliche Anordnungen der künftigen Schneidvorrichtung getestet und die Vorpflücke mit einer Hochgeschwindigkeitskamera gefilmt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse fließen in die Entwicklung und Konstruktion eines Prototyps zur automatischen Hopfenpflücke ein, mit dessen Konstruktion 2012 begonnen und erste Pflückversuche durchgeführt wurden.

Dabei wurde der vom Transportfahrzeug abgelegte Rebenstapel auf einer schrägen Rampe mittels Kratzboden einer Vorschneideinrichtung zugeführt, die mit von unten nach oben geführten Schneidwerkzeugen ca. 1 m lange Rebenabschnitte vom Rebenstapel abtrennt. Ein Vorpflückband, welches benachbart zur Schneideinrichtung angeordnet ist und sich zusammen mit dem Schneidwerkzeug nach oben bewegt, pflückt beim Schneidvorgang bereits einen Teil der Dolden ab und befördert die abgetrennten Rebenabschnitte auf ein Förderband. Über dieses werden die Rebenabschnitte einer noch zu konstruierenden Haupt- und Nachpflückeinheit zugeführt. Auf dem Weg dorthin erfolgt eine Trennung der bereits abgetrennten Dolden und Blätter von den Rebenstücken durch ein Sortierband.

In einem ersten Tastversuch wurden die Pflückqualitäten der vorgeschneittenen Reben mit der herkömmlichen Hopfenpflücke mit Einhängen verglichen.

## **Optimierung des Bewässerungsmanagements im Hopfenanbau**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
<b>Finanzierung:</b>	Dt. Bundesstiftung Umwelt und Erzeugergemeinschaft HVG e.G.
<b>Projektleitung:</b>	Dr. M. Beck
<b>Bearbeitung:</b>	T. Graf, J. Münsterer
<b>Kooperation:</b>	Dr. M. Beck, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf Prof. U. Schmidhalter (TU München-Weihenstephan) A. Werner, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Fa. ATEF-One, Oberhartheim
<b>Laufzeit:</b>	01.12.2011 - 30.11.2014

### **Ziel**

Mit dem Einsatz von Bewässerungssystemen können Ertragsschwankungen im Hopfenanbau vermindert und eine gleichmäßige Marktbelieferung mit hohen Qualitäten sichergestellt werden. Zur Bewässerung werden fast ausschließlich Tropfschläuche verwendet. Aufgrund mangelnder Erfahrung und fehlender Information werden diese meist nach Gefühl installiert und betrieben. Als Folge eines ineffizienten Betriebs können hohe Kosten sowie Umweltprobleme aufgrund von hohem Wasserverbrauch und Nährstoffverlagerungen entstehen.

Die für das Projekt ausgewählten Versuchsflächen wurden im Frühjahr 2012 mit der notwendigen Technik, sowohl was die Wasserverteilung als auch die Messapparatur betrifft, ausgerüstet. Das erste Jahr diente dabei hauptsächlich der Etablierung des verlegten Tropfsystems, der Optimierung der Versuchsaufbauten und der Konfiguration des komplexen Messsystems. Durch die frühzeitige Installation war es möglich, bereits erste Ergebnisse zu ermitteln.

### **Material und Methoden**

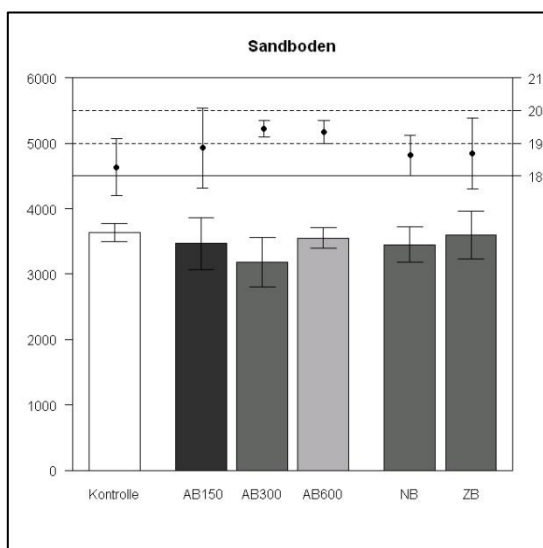
Um mögliche Einflussfaktoren und Wechselwirkungen auf ein Minimum zu reduzieren, wurden für die Hauptversuche zwei für das Anbaugbiet überwiegend vorkommende Bodenarten (Sand und Lehm) mit der häufig angebauten Sorte Herkules ausgewählt. Dort wurde jeweils ein Versuchsfeld mit 6 Varianten à 6 Wiederholungen angelegt.

Bezüglich der Positionierung des Tropfschlauches wurden die in der Praxis üblichen drei Varianten ausgewählt. (AB = auf dem Bifang, NB = neben dem Bifang vergraben, ZB = in der Fahrgassenmitte vergraben). Als weiterer Faktor wurde der Einschaltzeitpunkt in Abhängigkeit der Bodenfeuchte (Wasserspannung) gewählt. Dabei wurden die Stufen 150 hPa, 300 hPa und 600 hPa gewählt. Als Einschaltzeitpunkt wurden bei den Varianten zur Positionierung des Tropfschlauches einheitlich 300 hPa gewählt. 2012 wurden alle über die Variante AB mit bewässert und erhielten somit dieselbe Wassermenge. Nur die Lage der Ausbringung des Wassers unterscheidet sich hier.

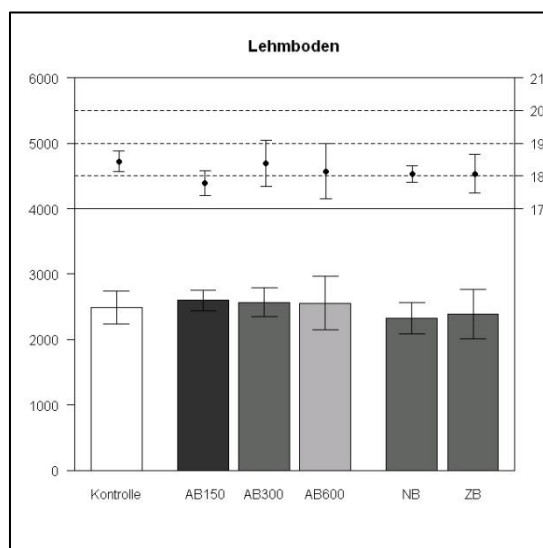
## Ergebnisse

Die Ergebnisse des Jahres 2012 zeigten, dass die applizierte Zusatzbewässerung keinen Einfluss auf die Erträge von Hopfen hatte. Die Bewässerungsgaben wurden über objektive Steuerungsmodule, angeschlossen an Watermarksensoren (Hersteller: Firma Irrrometer Co., Messbereich: 0-200 cbar), ausgebracht. Dabei sind Schwierigkeiten, wie die richtige Lage des Sensors zu berücksichtigen, welche über Minimum und Maximum der Wassergabe entscheidet. Im Versuch wurden so maximal 430 m<sup>3</sup> Wasser pro Hektar ausgebracht (AB150 Sandboden), was erfahrungsgemäß wenig Zusatzwasser bedeutet und somit die einheitlichen Erträge begründen könnte. Zwei weitere Versuchsjahre sollen diese Probleme berücksichtigen.

Am Ende des Projektes sollen die grundlegenden Ergebnisse und Empfehlungen in Form eines Leitfadens veröffentlicht werden.



**Abbildung 1: Ertrag (kg/ha) und  $\alpha$ -Säure-Gehalt (%) auf Sandboden** bei unterschiedlichen Bewässerungsstrategien (Kontrolle = unbewässert, AB = Tropfschlauch auf dem Bifang bei Saugspannungswerten 150, 300 und 600 hPa), NB = Tropfschlauch neben dem Bifang verlegt, ZB = Tropfschlauch in der Fahrgassenmitte verlegt; NB und ZB wurden gleichzeitig mit AB300 bewässert); n=6. Sowohl die Ertragsermittlung als auch die  $\alpha$ -Säure-Gehalte zeigten keine signifikanten Unterschiede getestet mit ANOVA ( $F_{\text{Ertrag}} = 1,746$ ;  $p_{\text{Ertrag}} = 0,155$ ;  $F_{\alpha} = 1,756$ ;  $p_{\alpha} = 0,152$ ).



**Abbildung 2: Ertrag (kg/ha) und  $\alpha$ -Säure-Gehalt (%) auf Lehmboden** bei unterschiedlichen Bewässerungsstrategien (Kontrolle = unbewässert, AB = Tropfschlauch auf dem Bifang bei Saugspannungswerten 150, 300 und 600 hPa), NB = Tropfschlauch neben dem Bifang verlegt, ZB = Tropfschlauch in der Fahrgassenmitte verlegt; NB und ZB wurden gleichzeitig mit AB300 bewässert); n=6. Sowohl die Ertragsermittlung als auch die  $\alpha$ -Säure-Gehalte zeigten am Lehmbodenstandort keine signifikanten Unterschiede getestet mit ANOVA ( $F_{\text{Ertrag}} = 0,821$ ;  $p_{\text{Ertrag}} = 0,544$ ;  $F_{\alpha} = 1,135$ ;  $p_{\alpha} = 0,364$ ).

## 1.2 Forschungsschwerpunkte

### 1.2.1 Züchtung

#### Neuer Trend in der Hopfenzüchtung – Hopfen mit blumigen, zitrusartigen und fruchtigen Aromanoten

<b>Leitung:</b>	A. Lutz, Dr. E. Seigner
<b>Bearbeitung:</b>	A. Lutz, J. Kneidl, E. Seigner, Team von IPZ 5c
<b>Teil-Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G. (Okt. 2012 - Okt. 2013)
<b>Kooperation:</b>	Dr. K. Kammhuber, Team von IPZ 5d Technische Universität München-Weihenstephan, Lehrstuhl für Getränke- und Brautechnologie nationale und internationale Braupartner Hopfenhandel Verband Deutscher Hopfenpflanzer und Hopfenpflanzer

#### Ziel

Mit der Zielsetzung, die deutschen Hopfenpflanzer gegenüber ihren US-Kollegen in Zeiten der Überproduktion und niedriger Hopfenpreise wettbewerbsfähiger zu machen, wurden Hopfensorten gezüchtet, die mit ihren fruchtigen, zitrusartigen und exotischen Aromausprägungen von US-Craft-Brauern und anderen kreativen Brauern weltweit für ihre Spezialbiere nachgefragt werden.

#### Material und Methoden

Um dieses Zuchtziel zu realisieren, wurden ab 2006 spezielle Kreuzungen durchgeführt. Anfangs wurde bevorzugt die US-Sorte Cascade wegen ihres blumig, zitrusartigen Aromas als Mutter eingesetzt, während auf der Vaterseite Hüller Zuchtlinien verbesserte Krankheitsresistenzen, gute agronomische Leistungsmerkmale und klassische Aromanuancen einbrachten. Im weiteren Züchtungsfortgang wurde auch Hüller Zuchtmaterial mit fruchtig-exotischen Aromausprägungen eingesetzt. Zusätzlich wurden bereits vorselektierte Stämme aus früheren Hoch-Alpha-Züchtungsprogrammen, auf neuartige Aromanoten hin überprüft. Vom Züchter wurden aufgrund der organoleptischen Beurteilung und der chemischen Daten interessante Zuchtstämme ausgewählt und zahlreichen Experten der Hopfen- und Brauwirtschaft zur Bonitur vorgelegt, die sie anschließend in zahlreichen Brauversuchen testeten. Um die neuen Hopfensorten schnell auf den Hopfenmarkt bringen zu können, wurden die Prüfzeiten zur Beurteilung von Resistenzen und agronomischen Leistungsmerkmalen zum Teil stark reduziert.

#### Ergebnisse

Aus mehreren der Öffentlichkeit vorgestellten Zuchtstämmen (Lutz et al., 2012) wurden bis zum Frühjahr 2012 vier neue Sorten beim Europäischen Sortenamt zur Zulassung angemeldet. Die vielfältigen Aromanuancen dieser vier Sorten konnten in einer Vielzahl von Brauversuchen bestätigt werden.

*Chemische Daten und Aromabeschreibungen der neuen Hüller Special Flavor-Hopfen. Daten beruhen auf Ergebnissen aus 3-5 Erntejahren; der Gesamt-Polyphenol-Wert basiert nur auf Bestimmungen aus der Ernte 2012; <sup>1</sup>in % (w/w); <sup>2</sup>relativ in % der Alphasäuren; <sup>3</sup>ml/100 g getrock. Dolden; chemische Analysen von IPZ 5d*

		EBC 7.7				EBC 9.11	EBC 7.10
Sorte	Aroma- beschreibung	$\alpha$ - Säuren <sup>1</sup>	$\beta$ - Säu- ren <sup>1</sup>	Cohu- mulon <sup>2</sup>	Xantho- humol <sup>1</sup>	Poly- phenole gesamt <sup>1</sup>	Ge- samtöl <sup>3</sup>
Mandarina Bavaria (2007/018/013)	hopfig, frisch, fruchtig, Mandarine Zitrus	7,0-10,0	4,0-7,0	28 - 35	0,5-0,7	2,3-2,7	1,5-2,2
Huell Melon (2009/002/706)	fruchtig-süß, Honigmelone, Aprikose, Erdbeere	7,0-8,0	6,0-8,0	25 - 28	0,4-0,7	3,0	0,8-2,1
Hallertau Blanc (2007/019/008)	blumig-fruchtig, Mango, Grapefruit, Stachelbeere, Weißwein-Bouquet	9,0-11,0	4,0-7,0	19 - 25	0,2-0,5	3,1	1,5-1,8
Polaris (2000/109/728)	frisch, würzig, fruchtig, Minze, Gletschereisbonbon	18,0-24,0	5,0-6,5	22 - 29	0,9-1,0	2,6-2,7	4,4-4,8

## Referenz

Lutz, A., Kamhuber, K. and Seigner, E. (2012): New Trend in Hop Breeding at the Hop Research Center Huell. *BrewingScience* 65, 24-32.

## Züchtung von Zwerghopfen für den Niedrigerüstanbau

**Leitung:** Dr. E. Seigner, A. Lutz

**Bearbeitung:** A. Lutz, J. Kneidl (beide IPZ 5c)  
Dr. K. Kamhuber, C. Petzina, B. Wyschkon, M. Hainzmaier  
und S. Weihrauch (alle IPZ 5d)

**Kooperation:** Hopfenbaubetrieb M. Mauermeier  
Dr. F. Weihrauch, IPZ 5b

## Ziel

Im Rahmen eines von der BLE über fünf Jahre finanzierten Forschungsprojektes wurden bis 2011 72 gezielte Kreuzungen durchgeführt, um Hopfensorten zu züchten, die wirtschaftlich erfolgreich und ökologisch nachhaltig auf Niedrigerüstanlagen angebaut werden können.



## Ergebnisse

Die Selektion von Sämlingen, die besondere Eignung für den Anbau auf Niedrigergerüsten zeigen, wurde auf der 3-Meteranlage in Starzhausen fortgeführt. Dieses Jahr wurden 67 Zuchtstämme, die aus den gezielten Kreuzungen des BLE-Zwerghopfen-Projekts stammten, beerntet. Besonders interessant zeigten sich einige Zuchtstämme, die durch ein angenehmes und sehr feines Hopfenaroma auffielen. Einige Zuchtstämme konnten auch durch Erträge überzeugen, die unseren bisherigen, auf Hochgerüst selektierten Aromasorten nahe kommen.

Des Weiteren wurde in fünf Parzellen der Anbauvergleich zwischen „Non-cultivation“ und der herkömmlichen Anbauform mit Schneiden und Bodenbearbeitung fortgesetzt. In einer Parzelle wurde zusätzlich die Netzaufleitung gegenüber der sonst in der Anlage üblichen Einzeldrahtaufleitung untersucht.

In Kooperation mit Dr. Weihrauch (IPZ 5b) wurden, wie bereits 2011, die beiden Raubmilbenarten *Phytoseiulus persimilis* und *Neoseiulus californicus* zur Bekämpfung der Gemeinen Spinnmilbe eingesetzt. Erstmals wurde dabei auf jegliche Akarizidbehandlung verzichtet. Hierbei konnte vor allem die Netzaufleitung punkten, die zu einer heckenartigen Ausprägung der in der Reihe stehenden Hopfenpflanzen führte und damit die uneingeschränkte Ausbreitung der Nützlinge über die ganze Reihe hinweg ermöglichte. Außerdem konnten so eindeutig die Spinnmilben-toleranteren Sämlinge erkannt werden, die sich mit Unterstützung durch die Nützlinge gegen die massive Spinnmilbenbesiedelung recht erfolgreich zur Wehr setzen konnten.

Um weitere Erfahrung mit 3-m-Anlagen zu sammeln und speziell auch als notwendige Referenzen wurden wieder die englischen Zwergsorten und Zuchtstämme mit geringerer Wüchsigkeit aus anderen Züchtungsprogrammen sowie fünf traditionelle Hüller Hochgerüstsorten als Vergleich zu den neu gezüchteten Sämlingen in Starzhausen angebaut, beerntet und die Daten ausgewertet.

## Meristemkulturen zur Eliminierung von Viren - Grundvoraussetzung für virusfreies Pflanzmaterial

<b>Leitung:</b>	Dr. E. Seigner
<b>Bearbeitung:</b>	B. Haugg, A. Lutz
<b>Kooperation:</b>	Dr. L. Seigner, IPS 2c und Team

### Ziel

Virusfreies Pflanzmaterial als Teil der Qualitätsoffensive ist seit Jahren bei Hopfen von großer Bedeutung. Auch bei der Einführung der Special Flavor-Hopfen in der Praxis wurde auf Virusfreiheit größter Wert gelegt. Nicht zuletzt sind virusfreie Hopfen bei den verschiedensten Forschungsansätzen essentiell.

### Methode

Zur Erzeugung von virusfreien Hopfenpflanzen wird die oberste Wachstumszone (= Meristem), die sich am Ende der Sprossspitze befindet, nach einer Hitzebehandlung herauspräpariert. Nach der Hitzetherapie gelten diese 0,2-0,3 mm großen Zellbildungszentren der Sprossspitze als virusfrei. Auf speziellen Nährmedien wachsen diese Meristeme zu vollständigen Pflanzen heran.

Zur Absicherung des virusfreien Zustandes der aus den Meristemen sich entwickelnden Hopfen wurden deren Blätter mit der DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay)-Technik bzw. mit der RT-PCR (Reverse Transkriptase Polymerasekettenreaktion) auf die verschiedenen hopfentypischen Viren von IPS 2c untersucht (siehe Details zur Virusuntersuchung unter 4.1.5). Grundsätzlich wurde die kostengünstigere Detektionsmethode mit ELISA zur Testung auf HMV und ApMV genutzt. Die molekulare Technik kam immer beim Nachweis von HLV-Infektionen zum Einsatz oder wenn nur sehr wenig *in vitro*-Ausgangsmaterial zur Untersuchung zur Verfügung stand.

## **Ergebnisse**

Neben den routinemäßig untersuchten Viren HMV und ApMV wurde 2012 auch auf HLV (Latentes Hopfencarlavirus) getestet, da beim Virus-Monitoring 2011 und auch 2012 eine hohe Infektionsrate mit diesem Virus offensichtlich wurde. Diese Tests auf HLV wurden erst möglich, nachdem im Rahmen des von der Wissenschaftlichen Station für Brauerei in München geförderten Projektes zum Monitoring von Virus- und Viroidinfektionen bei Hopfen die RT-PCR als molekulare Alternative zur Untersuchung auf diese Virusart von der Pathodiagnostik-Gruppe (IPS 2b) erarbeitet worden war und somit das Fehlen eines kommerziell erhältlichen Antiserums zur Detektion von HLV und AHLV via DAS-ELISA kompensiert werden konnte.

Da die virusverseuchten Ausgangspflanzen bei der Testung als Hop stunt viroid- und als AHLV-frei bestätigt wurden, entfiel die Untersuchung der regenerierten Hopfenpflanzen auf diese beiden Erreger.

Die Virusfreimachung funktionierte bei HMV(Hopfenmosaikvirus)-infizierten Ausgangspflanzen sehr zuverlässig. Schwieriger war es, ApMV (Apfelmosaikvirus) und auch HLV (Latentes Hopfenvirus) zu eliminieren.

Grundsätzlich wird die Effektivität der Methode ganz stark von den jahreszeitlich bedingten Schwankungen in der Wüchsigkeit und Vitalität des Ausgangsmaterials sowie durch die saisonalen Schwankungen in der *in vitro*-Regenerationsfähigkeit des herauspräparierten Meristems beeinflusst. Dabei zeigte sich auch, dass bestimmte Genotypen mit dieser Gewebekulturtechnik besser von Viren kuriert werden können als andere. Herkules erwies sich im Vergleich zu Hüller Bitter als schwieriger. Dies drückte sich in einer etwas geringeren Regenerationsrate (62 % gegenüber 73 % bei Hüller Bitter) und auch in einer geringeren Prozentzahl an virusbefreiten regenerierten Hopfenpflänzchen (75 % gegenüber 95 % bei Vergleichssorten) aus.

Aktuell wird an der Virusfreimachung von zwei Hopfen aus dem Bereich „Special Flavor-Hopfen“ gearbeitet. Bei einem Teil der regenerierten Pflanzen konnte schon die Eliminierung von HMV und ApMV bestätigt werden.

Die Erkenntnisse aus dem Virus- und Viroid-Monitoring der deutschen Hopfenbauregionen und der Hüller Zuchtgärten zeigen sehr augenfällig, wie wichtig diese Meristemkultur für die Bereitstellung von virusfreiem Pflanzmaterial ist. Grundsätzlich sollte es auch mit dieser Technik möglich sein, Verticillium-Freiheit des Pflanzmaterials zu erreichen.

Adams, A. N., D. J. Barbara, A. Morton, and P. Darby. 1996. The experimental transmission of Hop latent viroid and its elimination by low temperature treatment and meristem culture. *Annals of Applied Biology* 128:37-44.

## 1.2.2 Hopfenbau, Produktionstechnik

### **Evaluierung von spezifischem Wasserbedarf unterschiedlicher Hopfensorten bei saugspannungsabhängiger Bewässerung**

**Bearbeitung:** T. Graf, J. Münsterer

**Kooperation:** Dr. M. Beck (Hochschule Weihenstephan Triesdorf),  
Prof. U. Schmidhalter (TU München, Weihenstephan)

In einem Bewässerungsversuch bei den Hopfensorten Perle, Hall, Magnum und Herkules wurde bei gleichen Bewässerungsgaben die Saugspannung und damit der spezifische Wasserbedarf der verschiedenen Hopfensorten in 2 Tiefen (30 und 60 cm) gemessen und über den Zeitraum vom 05.07.-21.09.2012 aufgezeichnet. Ziel des Versuchs ist es, anhand der gemessenen Saugspannungswerte unterschiedlichen Wasserverbrauch der Sorten zu erkennen.

Der Verlauf der Saugspannungswerte lieferte bei der Sorte Perle in 60 cm ab Beginn und in 30 cm Tiefe ab Anfang August höhere Saugspannungswerte als bei den Hochalphasorten Hall, Magnum und Herkules. Letztere zeigten einen gleichen Verlauf.

Zur Absicherung des Ergebnisses soll der Versuch in 2013 wiederholt werden.

### **Erprobung eines Witterungsmodells Adcon für den Peronospora-Warndienst**

**Leitung:** J. Portner

**Bearbeitung:** J. Schätzl

**Laufzeit:** 2008 - 2013

Zur Vorhersage der Peronosporabefallswahrscheinlichkeit wird täglich an 5 Stationen in der Hallertau und jeweils an einem Standort in Spalt und Hersbruck die Anzahl der Zoosporangien mit Sporenfallen ermittelt. Bei Überschreitung der Schadschwelle und günstigen Witterungsbedingungen für den Schaderreger erfolgt ein regional- und sortendifferenzierter Spritzaufruf.

In anderen Anbaugebieten (Elbe-Saale, Tschechien) wird die Warndienstvorhersage ohne Kenntnis des Infektionspotentials lediglich mit Witterungsmodellen gemacht. Inwieweit das zeit- und arbeitsintensive Auszählen der Zoosporangien notwendig ist, soll in einem 5-jährigen Versuch an den Peronosporastandorten ermittelt werden. Dazu wird der von den Adcon-Wetterstationen errechnete Index mit den Aufrufen nach dem Kremheller-Modell verglichen, um einen Adcon-Schwellenwert für anfällige und tolerante Sorten zu bestimmen. In Exaktversuchen wird überprüft, ob die unterschiedlich generierten Spritzaufrufe ertrags- und qualitätsbeeinflussend waren.

## **Optimierung der Hopfentrocknung beim Bandtrockner**

**Bearbeitung:** J. Münsterer

Bei Hordendarren konnte aufgezeigt werden, wie durch das richtige Verhältnis der Trocknungsparameter Temperatur, Luftgeschwindigkeit und Schütthöhe bzw. Schüttgewicht die Trocknungsleistung deutlich erhöht und die Qualität am besten erhalten werden kann. Mit Hilfe der Erkenntnisse aus langjährigen Versuchen in Hordendarren soll nun erforscht werden, mit welchen Messsystemen und Grundeinstellungen beim Bandtrockner optimale Trocknungsergebnisse erzielt werden können.

## **Sortenreaktion auf Reduzierung der Gerüsthöhe (6 m)**

**Bearbeitung:** S. Fuß

In einem bereits abgeschlossenen Projekt wurde in mehreren Praxisgärten (Ertragsanlagen verschiedener Hopfensorten) das 7 m hohe Hopfengerüst im Bereich der Versuchspartellen auf 6 m reduziert. Ziel war es, die Reaktion verschiedener Sorten hinsichtlich Pflanzenentwicklung, Krankheits- und Schädlingsbefall, Ertrag und Qualität bei niedrigerer Gerüsthöhe zu untersuchen. Bei den Aromasorten wurden die Versuche mit den Sorten Perle und Hallertauer Tradition, bei den Bittersorten mit Hallertauer Magnum, Hallertauer Taurus und Herkules durchgeführt. Eine allgemeine Empfehlung für die Praxis zur Reduzierung der Gerüsthöhe lässt sich aus den Versuchen aus statistischen Gründen noch nicht ableiten, da je Sorte nur ein Standort geprüft wurde.

Dieses Projekt wird nun in einem Praxisgarten, der aufgrund seiner homogenen Bodenbeschaffenheit sehr gut geeignet ist, mit der Sorte Hallertauer Tradition weitergeführt. Zusätzlich wurde im neuen Zuchtgarten am Standort Stadelhof eine Versuchsfläche mit den Gerüsthöhen von 7 m bzw. 6 m angelegt. Diese Versuchsfläche wurde mit den Hopfensorten Perle, Herkules und Polaris in mehrfacher Wiederholung bepflanzt. Durch diese Versuchsanordnung können die Reaktionen der Hopfensorten auf die unterschiedlichen Gerüsthöhen gut beobachtet und verglichen werden. Mit diesen Versuchen können weitere Ergebnisse gewonnen und Empfehlungen für die Praxis erarbeitet werden.

## **Variation des Einsaat- und Einarbeitungszeitpunkts der Zwischenfrucht in Hopfen**

**Bearbeitung:** J. Portner

**Laufzeit:** 2012 - 2015

Die Einsaat von Zwischenfrüchten zwischen die Hopfenreihen dient dem Schutz vor Wassererosion und reduziert die Nitratverlagerung und -auswaschung nach der Ernte. Bisher wurden die Zwischenfrüchte überwiegend im Frühsommer nach dem Ackern eingesät mit der Folge, dass erosive Niederschlagsereignisse zum Zeitpunkt der Saat bis zur ausreichenden Entwicklung der Zwischenfrucht lokal große Erosionsereignisse verursacht haben.

Zur Optimierung des Anbausystems wurden auf einem Erosionsstandort 7 verschiedene Varianten des Zwischenfruchtanbaus mit unterschiedlichen Einsaatzeitpunkten (keine Einsaat, Sommer- und Herbstesaat) und unterschiedlichen Einarbeitungsterminen (Umbruch im April bis Mulchen Anfang Juni ohne Umbruch) angelegt. Durch Ertragsfeststellungen, bodenphysikalische Messungen und qualitative Beobachtungen der Bodenerosion sollen Hinweise für eine Optimierung des Verfahrens erarbeitet werden.

### 1.2.3 Hopfenqualität und Analytik

#### **Durchführung aller analytischen Untersuchungen zur Unterstützung der Arbeitsgruppen des Arbeitsbereichs Hopfen, insbesondere der Hopfenzüchtung**

<b>Leitung:</b>	Dr. K. Kammhuber
<b>Bearbeitung:</b>	E. Neuhof-Buckl, S. Weihrauch, B. Wyschkon, C. Petzina, M. Hainzmaier, Dr. K. Kammhuber
<b>Kooperation:</b>	AG Hopfenbau/Produktionstechnik, AG Pflanzenschutz Hopfen, AG Züchtungsforschung Hopfen
<b>Laufzeit:</b>	Daueraufgabe

Hopfen wird vor allem wegen seiner Inhaltsstoffe angebaut und kultiviert. Deshalb ist für eine erfolgreiche Hopfenforschung die Analytik der Inhaltsstoffe unverzichtbar. Die Arbeitsgruppe IPZ 5d führt alle analytischen Untersuchungen durch, die zur Unterstützung von Versuchsfragen der anderen Arbeitsgruppen benötigt werden. Insbesondere die Hopfenzüchtung selektiert Zuchtstämme nach den vom Labor erarbeiteten Daten.

#### **Entwicklung einer NIRS-Kalibrierung für den $\alpha$ -Säuren- und Wassergehalt**

<b>Leitung:</b>	Dr. K. Kammhuber
<b>Bearbeitung:</b>	E. Neuhof-Buckl, B. Wyschkon, C. Petzina, M. Hainzmaier, Dr. Klaus Kammhuber
<b>Laufzeit:</b>	September 2000 bis Ende offen

Seit dem Jahr 2000 wurde von Hüll und den Laboratorien der Hopfenverarbeitungsfirmen eine NIRS-Kalibrierung für den  $\alpha$ -Säuregehalt basierend auf HPLC-Daten entwickelt, um die steigende Anzahl der nasschemischen Untersuchungen durch eine billige Schnellmethode zu ersetzen. Ziel war, eine für die Praxis akzeptierbare Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit zu erhalten. In der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA) wurde beschlossen, dass diese Methode dann für die Praxis geeignet ist und als analytische Methode für die Hopfenlieferungsverträge genutzt werden kann, wenn sie mindestens genauso exakt ist wie die konduktometrische Titration nach EBC 7.4.

Da aber keine Verbesserung mehr möglich war, wurde entschieden die Entwicklung der gemeinsamen Kalibrierung im Jahr 2008 zu beenden. Im Hüller Labor werden jedoch die Arbeiten zur NIRS-Entwicklung fortgeführt. Es wird auch an einer Wassergehaltsbestimmung gearbeitet. Als Screening Methode für die Hopfenzüchtung ist NIRS geeignet und spart sehr viel Arbeitszeit und Kosten für Chemikalien.

## Entwicklung von Analysemethoden für die Hopfenpolyphenole

**Leitung:** Dr. K. Kammhuber  
**Kooperation:** Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA)  
**Bearbeitung:** E. Neuhof-Buckl, Dr. K. Kammhuber  
**Laufzeit:** 2007 bis Ende offen

Die Polyphenole werden vor allem wegen ihrer für die Gesundheit positiven Eigenschaften immer interessanter hinsichtlich alternativer Anwendungen von Hopfen. Auch tragen sie sicher zur Sensorik bei. Deshalb ist es wichtig, geeignete Analysemethoden zur Verfügung zu haben. Es gibt bis jetzt noch keine offiziellen standardisierten Methoden. Alle Labore, die Polyphenolanalytik betreiben, arbeiten mit ihren eigenen Methoden.

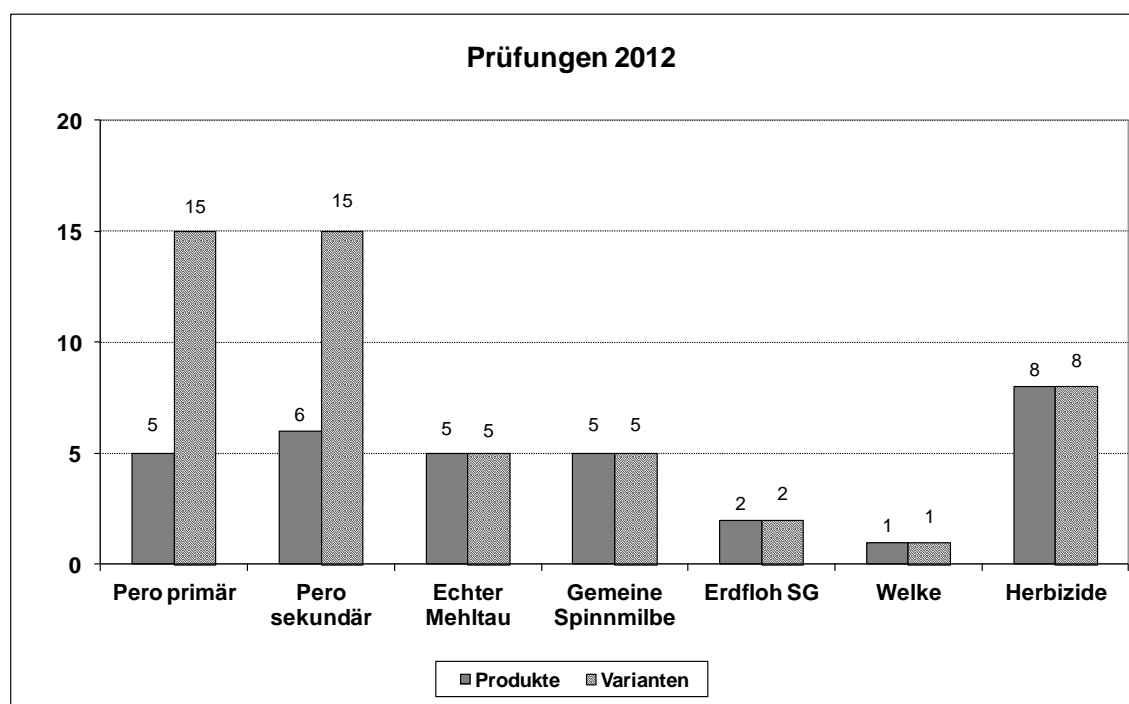
Seit dem Jahr 2007 wird innerhalb der AHA an einer Verbesserung und Standardisierung der Analysemethoden für den Gesamtpolyphenol- und Gesamtflavanoidgehalt gearbeitet.

Die letzten Ringversuche mit internationaler Beteiligung zeigten so hohe Variationskoeffizienten  $vkR$ , dass diese Methoden noch nicht als offizielle Methoden geeignet sind. In Zukunft soll der Fokus mehr auf spezifischere HPLC-Methoden gerichtet sein.

### 1.2.4 Pflanzenschutz im Hopfen

#### Prüfung von Pflanzenschutzmitteln 2012 für die Zulassung bzw. Genehmigung und für Beratungsunterlagen

**Leitung:** W. Sichelstiel  
**Bearbeitung:** J. Schwarz, G. Meyr, J. Weiher, O. Ehrenstraßer, M. Felsl



## **2 Witterung und Wachstumsverlauf 2012 - Auswirkungen auf produktionstechnische Maßnahmen in der Hallertau**

**LD Wolfgang Sichelstiel, Dipl. Ing. agr.**

Nach einem sehr kalten Februar konnten im März die Bodenbearbeitung und das Hopfenschneiden unter günstigen Bedingungen durchgeführt werden. Typisches Aprilwetter verzögerte den Beginn der Anleit- und Ausputzarbeiten bis zum Monatsende, als eine Warmwetterphase einsetzte.

Im Mai konnten bei unterdurchschnittlichen Regenmengen und mittleren Temperaturen die erforderlichen Pflegearbeiten termingerecht und unter günstigen Bedingungen erledigt werden. Im Gegensatz zu den Jahren zuvor war Hagel nur in wenigen, eng begrenzten Flächen schadrelevant.

Reichliche Niederschläge im Juni führten zu einer überdurchschnittlichen vegetativen Entwicklung, die jedoch dann durch Trockenphasen im Juli gebremst wurde. Hohe und gut verteilte Niederschläge im August führten letztendlich zum Heranwachsen einer guten Ernte mit leicht überdurchschnittlichen Inhaltsstoffen, die ab Ende August unter relativ günstigen äußeren Bedingungen eingebracht werden konnte.

### **Besondere Witterungsauffälligkeiten und deren Auswirkungen**

- Wintereinbruch im Februar – trockener und warmer März

Der Winter 2011/2012 war sehr wechselhaft. Die Monate Dezember und Januar waren in Summe zu warm und zu feucht. So betrug die Abweichung der Durchschnittstemperatur am Standort Hüll +3,7 bzw. +2,9°C und es fielen 43 % bzw. 96 % mehr Niederschläge im Vergleich zum langjährigen Mittel. Ein massiver Kaltlufteinbruch Anfang Februar brachte den Winter mit Tiefsttemperaturen unter -20°C und Frostschäden an Kulturen in Regionen ohne eine ausreichende Schneedecke. Während in der Hallertau der Schnee die Hopfenstöcke schützte, kam es im Elbe-Saale Gebiet auch zu Frostschäden im Hopfen. Durch den Frost wurde in allen Gebieten eine sehr gute Bodengare hinterlassen.

Der März war wieder überdurchschnittlich warm und mit nur 30 % des langjährigen Niederschlages deutlich zu trocken. Die Aufdeck- und Schneidearbeiten konnten ab Mitte März bei guter Befahrbarkeit der Böden durchgeführt werden.

- Wechselhafter April

Die drei ersten Aprilwochen waren kühl und wechselhaft. Die letzte Woche blieb trocken und die Temperaturen stiegen auf frühlingsliche Werte. Insgesamt war der Monat gegenüber dem langjährigen Mittel um 1,6°C zu warm und brachte um 8 % mehr Niederschlag. Wegen der feuchteren Bodenbedingung konnte das Auskreiseln der Hopfenstöcke in der Masse erst in der letzten Aprilwoche durchgeführt werden. Auch die erste Bodenbearbeitung mit dem flachen Einarbeiten der Zwischenfrüchte konnte zu diesem Termin gemacht werden. Je nach Schneidezeitpunkt entwickelten sich die Pflanzen unterschiedlich. Erst nach dem 26. April konnte auf den ersten leicht erwärmbaren Böden mit dem Ausputzen und Anleiten begonnen werden. Mit einsetzender Wärme war stärkerer Erdflöhefall zu beobachten, während Peronospora Primärbefall und Stockfäule sich auf Einzelfälle beschränkte.

- Trockener und mäßig warmer Monat Mai

Mit 58,8 mm Niederschlag fielen nur zwei Drittel der langjährigen durchschnittlichen Regenmengen im Mai. Vereinzelt geschah dies in Form kleinräumiger Hagelereignisse. Die Durchschnittstemperaturen lagen mit 14,4°C leicht über denen des 10-jährigen Schnitts und 2,5°C über dem vieljährigen Mittel.

Die relative Trockenheit machte sich in Neuanpflanzungen durch vereinzelte Ausfälle bemerkbar. Dagegen konnten die Kulturmaßnahmen bei gutem Bodenzustand gemacht werden. Das erste Anackern erfolgte in der 2. Maiwoche und mit dem zweiten Anackern wurde in den letzten Maitagen begonnen. Bis Ende Mai lag das Längenwachstum mit 3,0 bis 5,5 m je nach Standort und Sorte leicht über dem langjährigen Mittel. Das Entlauben war in ca. der Hälfte der Bestände erledigt. Peronospora-Primärbefall trat vereinzelt auf und war durch Gieß- bzw. Sprühbehandlungen beherrschbar.

Weder für Peronospora Sekundärinfektionen noch für Mehltau lösten die Prognosemodelle Spritzaufrufe aus. Während Blattlauszuflug nur vereinzelt zu beobachten war, mussten an Südhängen und in Junghopfen schon die ersten Behandlungen gegen die Gemeine Spinnmilbe gefahren werden. Einzelne Fläche zeigten starke Schäden durch die Raupe der Markeule, den sogenannten Kartoffelbohrer.

- Ausreichende Niederschläge im Juni

Im Juni kamen am Standort Hüll in Summe 130,7 mm Regen zusammen. Dies sind 22 % mehr als im langjährigen Durchschnitt. Die Niederschläge waren relativ gleichmäßig über den Monat verteilt. Lediglich nach der Monatsmitte und in der letzten Woche gab es zwei mehrtägig regenfreie und heiße Phasen. Die Regenmenge fiel zwar auch in Form von Gewitterniederschlägen, es gab aber keine größeren Schäden durch Hagelschlag oder Erosionsereignisse.

Die Durchschnittstemperatur lag mit 17,1°C leicht unter dem Mittelwert der letzten 10 Jahre, aber deutlich über der langjährigen Mitteltemperatur. Das wüchsige Wetter führte zu einem überdurchschnittlichen Wachstumsstand. Ende des Monats zeigten alle Sorten Infloreszenzknospen, die früheren und mittleren Sorten hatten mit der Blüte begonnen. Zur Bekämpfung der Peronospora-Sekundärinfektion erfolgten ein Spritzaufruf für alle Sorten am 13. Juni und einer für anfällige Sorten am 22. Juni. Die witterungsbasierten Prognosemodelle für Echten Mehltau zeigten keine eindeutige Infektionsgefahr. Für anfällige Sorten und bekannte Befallslagen wurde am 13.06. eine vorbeugende Behandlung empfohlen, da aus der Praxis vereinzelt Befall gemeldet wurde.

Der starke Befall der Gärten durch die Gemeine Spinnmilbe setzte sich fort, während nur ein äußerst niedriger Blattlausbefall zu verzeichnen war. Nach den Hitzetagen zur Monatsmitte war in befallenen Gärten ein Absterben der Pflanzen durch Verticillium Welke zu beobachten.

- Knappe Wasserversorgung Ende Juli

Obwohl im Juli an 23 Tagen Niederschlag über 0,1 mm gemessen werden konnte, fiel der Monat im Vergleich zum langjährigen Mittel um 30 % zu trocken aus. An 13 Tagen waren die Regenmengen kleiner als 1 mm und konnten so nicht zur Wasserversorgung der Wurzeln beitragen. Da die Temperaturen sich gleichzeitig im warmen Bereich bewegten, waren in der letzten Monatsdekade Trockenheitssymptome in Gärten auf leichteren Standorten ohne Bewässerung zu beobachten. Auch die Welkesymptome in betroffenen Flächen verstärkten sich.



Der Blühbeginn lag im langjährigen Durchschnitt. Der Blütenansatz war anfänglich überdurchschnittlich, reduzierte sich aber wegen der Trockenheit zum Monatsende hin. Im Rahmen des Peronospora Warndienstes erfolgten zwei Behandlungsaufrufe für alle Sorten und ein zusätzlicher Aufruf für alle Sorten.

Die Mehлтаuprognosemodelle signalisierten für Anfang des Monats eine gewisse Infektionsgefahr. Daraufhin wurde eine Empfehlung für anfällige Sorten empfohlen. In vielen Gärten konnte auf eine Blattlausbekämpfung verzichtet werden, da keine oder sehr wenige Läuse vorhanden waren. Dagegen war die Gemeine Spinnmilbe in vielen Gärten nur schwer zu kontrollieren. Trotz zwei Behandlungen waren Ende Juli noch Spinnmilben auf den Blättern zu finden.

- Regenreiches und warmes Wetter zur Doldenausbildung

Mit 176,5 mm fielen im August in Hüll knapp 80% mehr Niederschläge als im langjährigen Mittel. Damit wurde das zu Beginn der Doldenbildung Ende Juli vorherrschende Wasserdefizit ausgeglichen. Bei weiterhin warmer Witterung konnten die Bestände normal abreifen. Trotz der hohen Regenmenge, die z.T. zu Abschwemmungen von Bodenmaterial aus den Hopfengärten führte, erfolgten nur zwei Spritzaufrufe durch den Peronospora-Warndienst. Am 8. August wurde eine Behandlung aller anfälligen Sorten und am 31. August für alle spätreifenden, anfälligen Sorten empfohlen. Die ausreichende Wasserversorgung ermöglichte die Bildung guter, leicht überdurchschnittlicher Alphasäuregehalte. Die Ernte der mittelfrühen Sorten begann am 27. August. Damit lag der Erntezeitpunkt wie auch bei den anderen Sortengruppen im langjährigen Mittel.

## 2.1 Witterungsdaten (Monatsmittelwerte bzw. Monatssummen) 2012 im Vergleich zu den 10 - und 50-jährigen Mittelwerten

Monat		Temperatur in 2 m Höhe			Relat. Luftf. (%)	Nieder- schlag (mm)	Tage m. N'schlag >0,2 mm	Sonnenschein (Std.)
		Mittel (°C)	Min.Ø (°C)	Max.Ø (°C)				
Januar	2012	0,9	-2,5	5,1	84,8	111,5	19,0	69,3
	Ø 10-j.	-1,0	-4,5	2,7	88,6	50,3	12,0	69,1
	50-j.	-2,4	-5,1	1,0	85,7	51,7	13,7	44,5
Februar	2012	-4,5	-9,8	2,3	77,2	23,5	12,0	108,3
	Ø 10-j.	0,2	-4,2	5,1	85,3	41,5	11,9	93,4
	50-j.	-1,2	-5,1	2,9	82,8	48,4	12,8	68,7
März	2012	6,6	0,3	15,1	78,6	16,5	8,0	172,6
	Ø 10-j.	3,8	-1,4	9,8	80,0	66,3	11,6	154,6
	50-j.	2,7	-2,3	8,2	78,8	43,5	11,3	134,4
April	2012	8,9	2,7	14,5	71,9	69,3	14,0	165,3
	Ø 10-j.	9,5	2,9	16,4	71,8	56,0	9,9	215,2
	50-j.	7,4	1,8	13,3	75,9	55,9	12,4	165,0
Mai	2012	14,3	7,4	21,4	67,9	58,8	13,0	260,3
	Ø 10-j.	13,6	7,4	20,1	74,2	101,6	14,5	216,0
	50-j.	11,9	5,7	17,8	75,1	86,1	14,0	207,4
Juni	2012	17,1	11,2	23,3	76,4	130,7	17,0	227,5
	Ø 10-j.	17,5	10,9	24,1	74,1	92,7	14,3	233,8
	50-j.	15,3	8,9	21,2	75,6	106,1	14,2	220,0
Juli	2012	18,1	12,1	24,2	76,0	67,4	15,0	225,4
	Ø 10-j.	17,5	11,6	24,6	79,8	108,1	13,2	212,1
	50-j.	16,9	10,6	23,1	76,3	108,4	13,9	240,3
August	2012	18,1	11,6	25,4	77,6	176,4	15,0	273,4
	Ø 10-j.	17,5	11,6	24,6	79,8	108,1	13,2	212,1
	50-j.	16,0	10,2	22,5	79,4	94,9	13,3	218,4
September	2012	13,6	7,9	19,6	83,7	44,2	12,0	170,7
	Ø 10-j.	13,4	7,7	20,3	82,9	59,6	10,3	179,4
	50-j.	12,8	7,4	19,4	81,5	65,9	11,4	174,5
Oktober	2012	7,9	3,7	12,8	89,2	42,7	9,0	108,5
	Ø 10-j.	8,5	3,8	14,5	87,0	59,7	11,4	120,6
	50-j.	7,5	2,8	13,0	84,8	60,0	10,4	112,9
November	2012	4,5	2,0	7,7	93,1	77,0	8,0	55,1
	Ø 10-j.	3,9	0,4	8,0	91,4	57,7	12,3	63,7
	50-j.	3,2	-0,2	6,4	87,5	58,8	12,6	42,8
Dezember	2012	0,4	-3,0	3,7	89,0	87,1	18,0	59,0
	Ø 10-j.	0,1	-2,8	3,3	91,1	62,9	14,6	52,0
	50-j.	-0,9	-4,4	1,6	88,1	49,1	13,3	34,3
Ø Jahr 2012		8,8	3,6	14,6	80,5	907,4	160,0	1895,4
10 – jähriges Mittel		8,8	3,7	14,5	81,8	874,7	151,5	1850,6
50 – jähriges Mittel		7,4	2,5	12,5	81,0	828,8	153,3	1663,2

Das 50-jährige Mittel bezieht sich auf die Jahre 1927 bis einschließlich 1976,  
das 10-jährige Mittel bezieht sich auf die Jahre 2002 bis einschließlich 2011.

### 3 Statistische Daten zur Hopfenproduktion

LD Johann Portner, Dipl.-Ing. agr.

#### 3.1 Anbaudaten

##### 3.1.1 Struktur des Hopfenbaus

Tab. 3.1: Zahl der Hopfenbaubetriebe und deren Hopfenfläche in Deutschland

Jahr	Zahl der Betriebe	Hopfenfläche je Betrieb in ha	Jahr	Zahl der Betriebe	Hopfenfläche je Betrieb in ha
1973	8.591	2,33	1993	3.616	6,37
1974	8.120	2,48	1994	3.282	6,69
1975	7.654	2,64	1995	3.122	7,01
1976	7.063	2,79	1996	2.950	7,39
1977	6.617	2,90	1997	2.790	7,66
1978	5.979	2,94	1998	2.547	7,73
1979	5.772	2,99	1999	2.324	7,87
1980	5.716	3,14	2000	2.197	8,47
1981	5.649	3,40	2001	2.126	8,95
1982	5.580	3,58	2002	1.943	9,45
1983	5.408	3,66	2003	1.788	9,82
1984	5.206	3,77	2004	1.698	10,29
1985	5 044	3,89	2005	1.611	10,66
1986	4.847	4,05	2006	1.555	11,04
1987	4.613	4,18	2007	1.511	11,70
1988	4.488	4,41	2008	1.497	12,49
1989	4.298	4,64	2009	1.473	12,54
1990	4.183	5,35	2010	1.435	12,81
1991	3.957	5,70	2011	1.377	13,24
1992	3.796	6,05	2012	1.294	13,23

Tab. 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 - 2012 zu 2011		2011	2012	Zunahme + / Abnahme - 2012 zu 2011		2011	2012
	2011	2012	ha	%			Betriebe	%		
Hallertau	15.229	14.258	- 971	- 6,4	1.119	1.046	- 73	- 6,5	13,61	13,63
Spalt	366	348	- 18	- 4,9	70	64	- 6	- 8,6	5,23	5,44
Tettngang	1.222	1.215	- 7	- 0,6	157	153	- 4	- 2,5	7,78	7,94
Baden, Bit- burg u.	20	20	± 0	± 0	2	2	± 0	± 0	10,00	10,00
Elbe-Saale	1.392	1.284	- 108	- 7,8	29	29	± 0	± 0	48,01	44,28
<b>Deutschland</b>	<b>18.228</b>	<b>17.124</b>	<b>-1.104</b>	<b>- 6,1</b>	<b>1.377</b>	<b>1.294</b>	<b>- 83</b>	<b>-6,0</b>	<b>13,24</b>	<b>13,23</b>

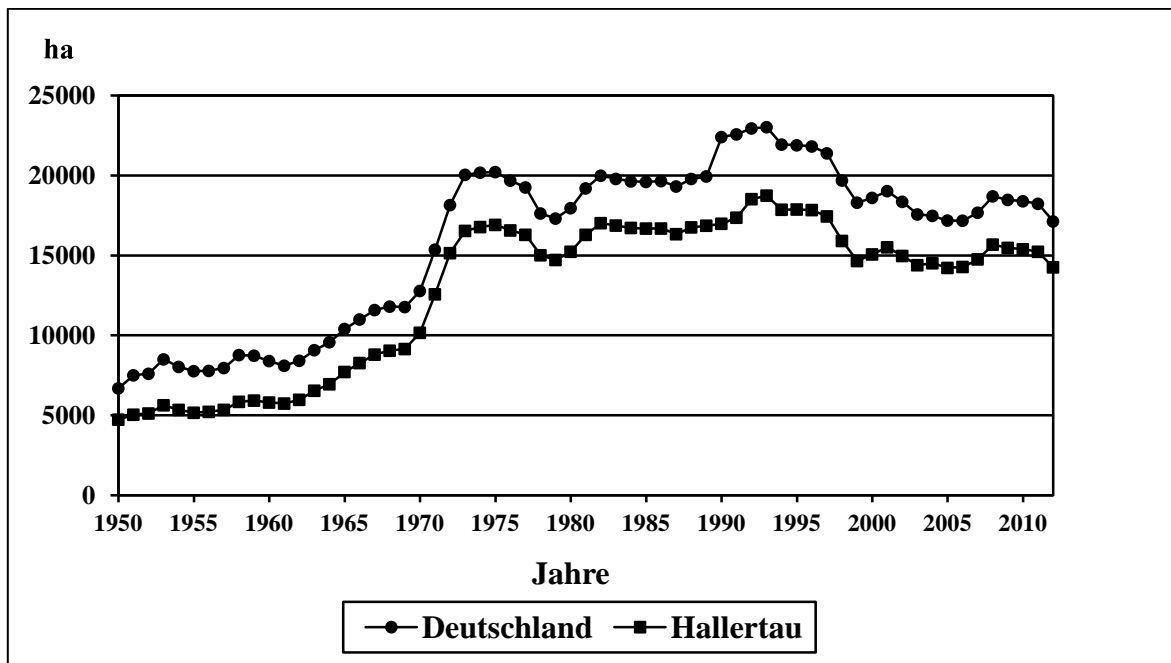


Abb. 3.1: Hopfenanbauflächen in Deutschland und in der Hallertau

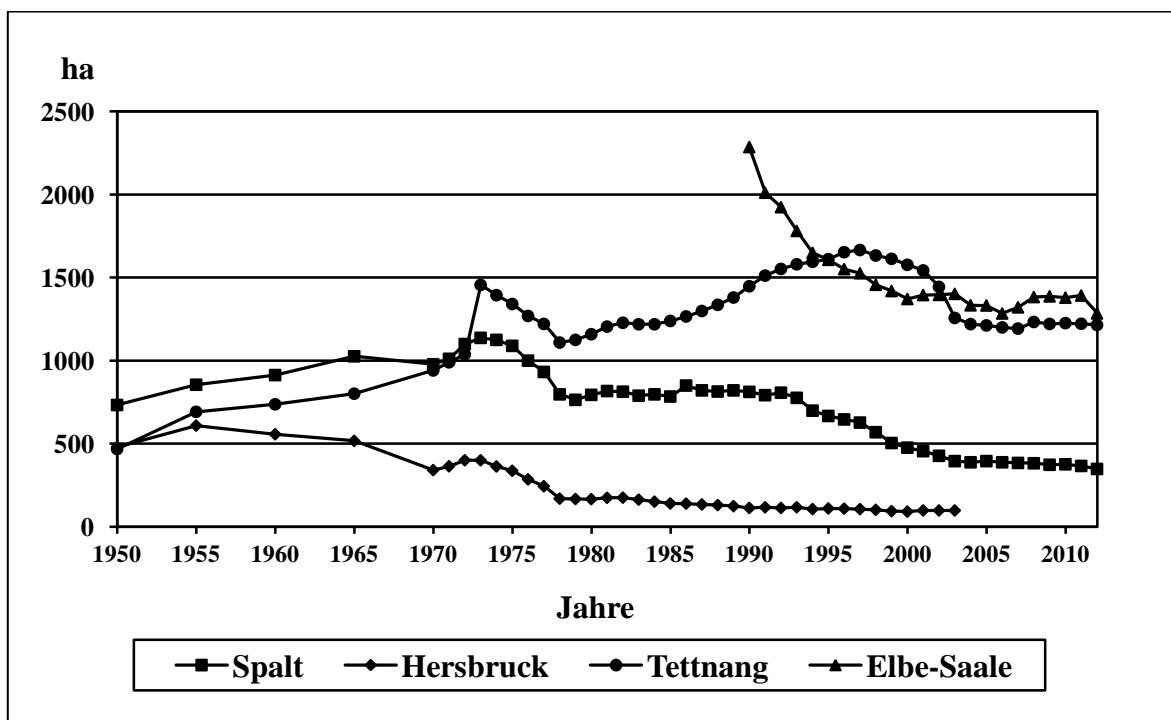


Abb. 3.2: Hopfenanbauflächen in den Gebieten Spalt, Hersbruck, Tett nang und Elbe-Saale

Das Anbaugesbiet Hersbruck gehört seit 2004 zur Hallertau.

### 3.1.2 Hopfensorten

Der in den Vorjahren zu beobachtende Trend der Verschiebung des Sortenspektrums weg von den Aromasorten und hin zu den Bittersorten hat sich seit 2011 wieder umgekehrt. Trotz Flächenrückgang bei den Aromasorten um 368 ha und bei den Bittersorten um 735 ha ist der Anteil der Aromasorten jetzt auf 55,6 % (plus 1,3 %) gestiegen. Entsprechend liegt der Flächenanteil der Bitterstoffsorten bei 44,4 %. Der neuartige Trend zum vermehrten Anbau von sogenannten „Special Flavor-Hopfen“, d.h. Hopfensorten mit besonderen Geschmacksaromen, wie z.B. Frucht- und Citrusnoten, ist in Deutschland noch nicht angekommen. 2012 wurden von den neu zugelassenen Hüller Flavor-Hopfensorten „Polaris“, „Mandarina Bavaria“, „Huell Melon“ und „Hallertau Blanc“ sowie der amerikanischen Aromasorte „Cascade“ lediglich 48 ha oder 0,3 % angebaut.

Der allgemeine Flächenrückgang um 1.104 ha ist der gesättigten Marktlage mit einem zurückhaltenden Vorvertragsmarkt geschuldet, so dass die Hopfenfläche in Deutschland 2012 lediglich 17.124 ha betrug. Bei den Aromasorten gab es mit 193 ha bzw. 181 ha nennenswerte Flächenrodungen bei der Sorte Perle und Spalter Select. Bei den Bitterstoffsorten büßten mit Ausnahme von Herkules (+ 28 ha) alle Sorten an Fläche ein, wobei die Sorte Hall. Magnum mit 530 ha den größten Rückgang zu verzeichnen hatte.

Eine genaue Aufteilung der Sorten nach Anbaugebiete ist aus den Tab. 3.3 und Tab. 3.4 zu ersehen.

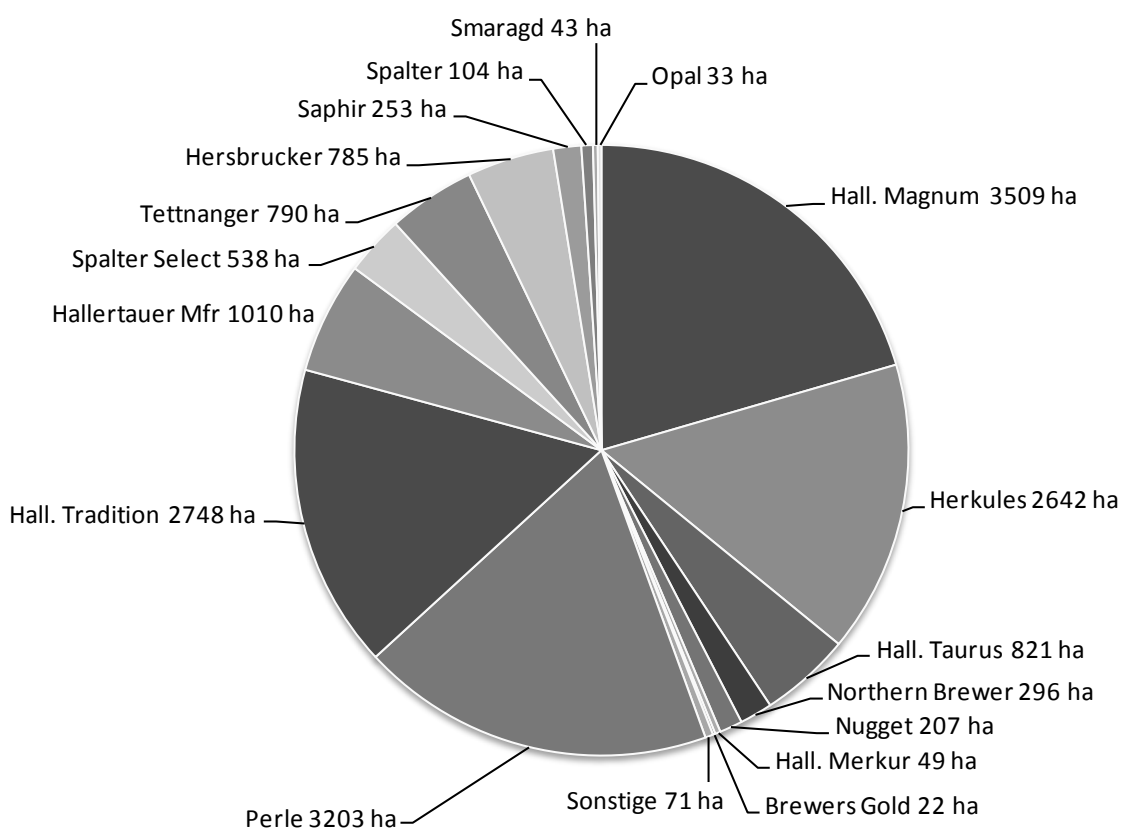


Abb. 3.3: Flächenanteile der Hopfensorten in Deutschland 2012

Tab. 3.3: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2012 Aromasorten

Anbaugebiet	Anbaufläche gesamt	HA	SP	TE	HE	PE	SE	HT	SR	OL	SD	Sonst.	Aromasorten	
													ha	%
Hallertau	14.258	716			782	2.965	448	2.624	237	31	31	12	7.845	55,0
Spalt	348	55	104		3	24	84	31	6	1	1		310	89,2
Tettngang	1.215	238		790		71	4	55	10		12		1.179	97,0
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	20	1				8	2	5					16	80,4
Elbe-Saale	1.284					135		33				8	176	13,7
<b>Deutschland</b>	<b>17.124</b>	<b>1.010</b>	<b>104</b>	<b>790</b>	<b>785</b>	<b>3.203</b>	<b>538</b>	<b>2.748</b>	<b>253</b>	<b>33</b>	<b>43</b>	<b>20</b>	<b>9.526</b>	<b>55,6</b>
Sortenanteil in %		5,9	0,6	4,6	4,6	18,7	3,1	16,0	1,5	0,2	0,3	0,1		

### Sortenveränderung in Deutschland

2011 ha	18.228	1.065	91	776	776	3.396	719	2.757	225	33	38	18	9.895	54,3
2012 ha	17.124	1.010	104	790	785	3.203	538	2.748	253	33	43	20	9.526	55,6
Veränderung in ha	-1.104	-55	13	14	10	-193	-181	-10	28	-1	6	2	-368	1,3

Tab. 3.4: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2012 Bitterstoffsorten

Anbaugebiet	NB	BG	NU	TA	HM	TU	MR	HS	Sonst.	Bitterstoffsorten	
										ha	%
Hallertau	190	22	179	2	2.696	795	33	2.457	40	6.412	45,0
Spalt					3		6	28	1	38	10,8
Tettngang						4		29	3	36	3,0
Baden, Bit- burg u. Rheinpfalz					3			1		4	19,6
Elbe-Saale	106		29		808	22	11	127	6	1.108	86,3
<b>Deutschland</b>	<b>296</b>	<b>22</b>	<b>207</b>	<b>2</b>	<b>3.509</b>	<b>821</b>	<b>49</b>	<b>2.642</b>	<b>49</b>	<b>7.598</b>	<b>44,4</b>
Sortenanteil in %	1,7	0,1	1,2	0,0	20,5	4,8	0,3	15,4	0,3		

### Sortenveränderung in Deutschland

2011 ha	345	25	244	3	4.039	953	70	2.614	40	8.334	45,7
2012 ha	296	22	207	2	3.509	821	49	2.642	49	7.598	44,4
Veränderung in ha	-49	-3	-36	-1	-530	-131	-21	28	9	-735	-1,3

### 3.2 Ertragssituation im Jahr 2012

Die Hopfenernte 2012 in Deutschland beträgt 34.475.210 kg (= 689.504 Ztr.) gegenüber 38.110.620 kg (= 762.212 Ztr.) im Jahre 2011. Die Erntemenge liegt damit um 3.635.410 kg (= 72.708 Ztr.) unter dem Vorjahresergebnis; dies bedeutet eine Verminderung um 9,5 %.

Mit 2.013 kg Hektarertrag bezogen auf die Gesamtfläche fällt die Erntemenge leicht überdurchschnittlich aus. Die Alphaehalte weisen 2012 ebenfalls leicht überdurchschnittliche Werte auf.

Tab. 3.5: Hektarerträge und Relativzahlen in Deutschland

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ertrag kg/ha bzw. ( Ztr./ha)	1.819 kg (36,4 Ztr.)	2.122 kg (42,4 Ztr.)	1.697 kg (33,9 Ztr.) (große Hagel- schäden)	1.862 kg (37,2 Ztr.) (Hagelschäden)	2.091 kg (41,8 Ztr.) (Hagelschäden)	2.013 kg (40,3 Ztr.)
Anbaufläche in ha	17.671	18.695	18.473	18.386	18.228	17.124
Gesamternte in kg bzw. Ztr.	32.138.870 kg = 642.777 Ztr.	39.676.470 kg = 793.529 Ztr.	31.343.670 kg = 626.873 Ztr.	34.233.810 kg = 684.676 Ztr.	38.110.620 kg = 762.212 Ztr.	34.475.210 kg = 689.504 Ztr.

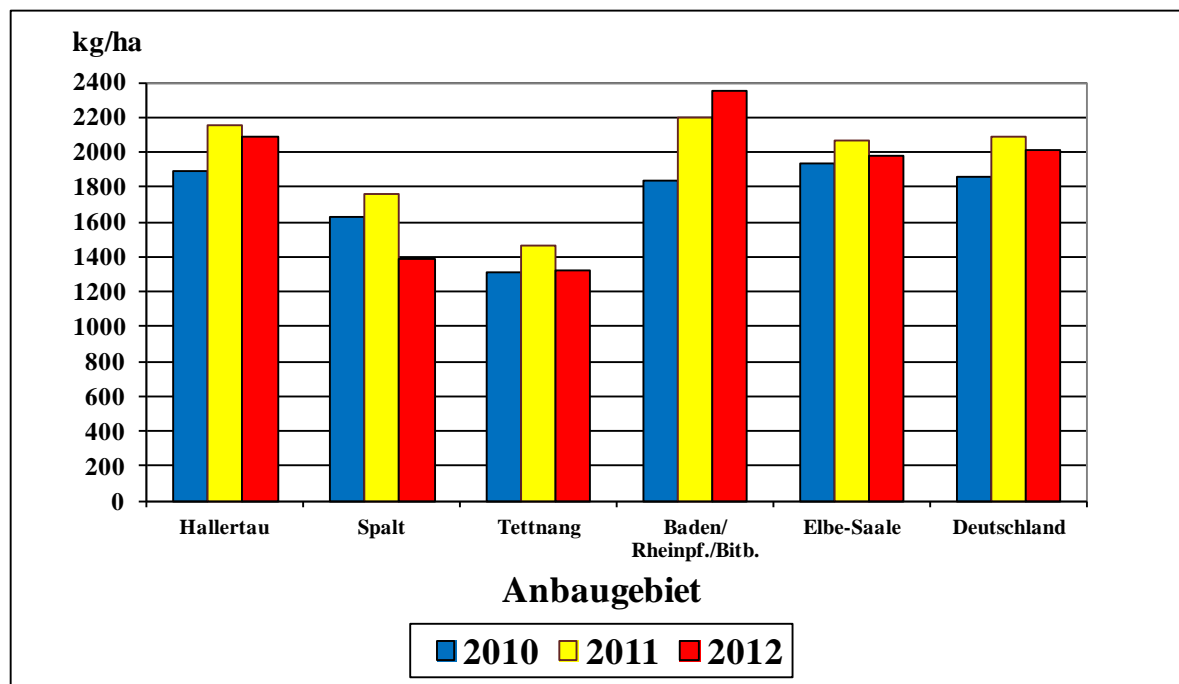


Abb. 3.4: Durchschnittserträge der einzelnen Anbauggebiete in kg/ha

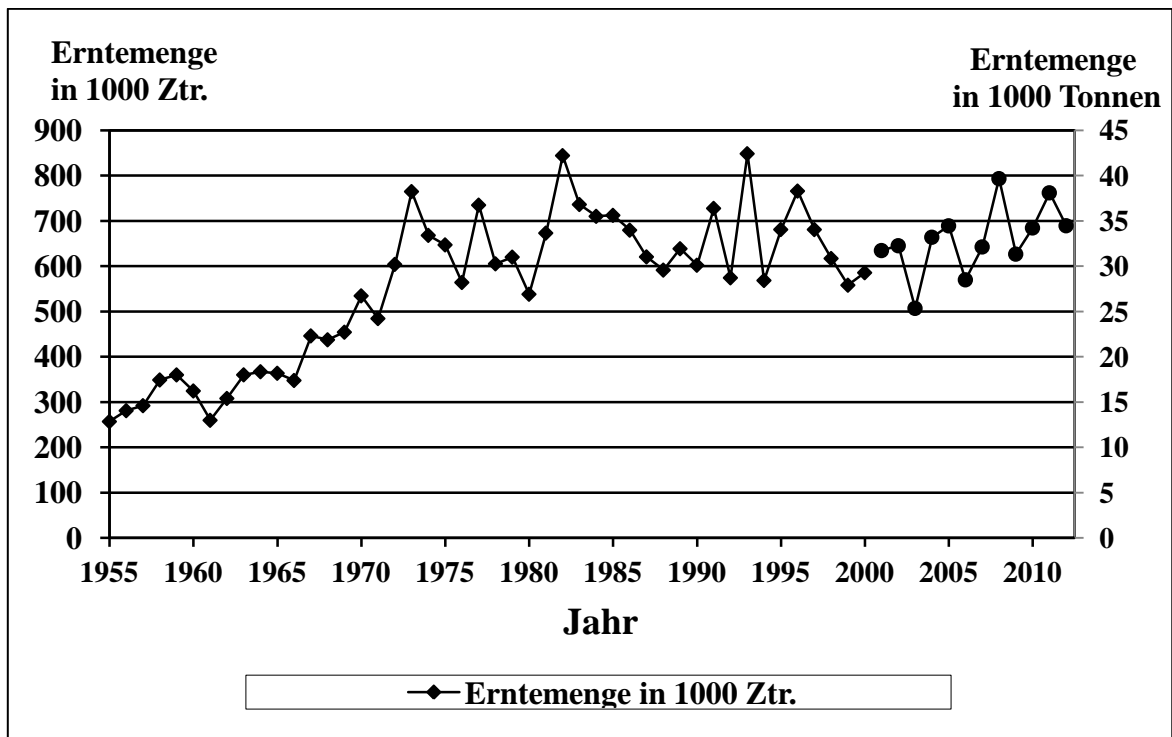


Abb. 3.5: Erntemenge in Deutschland

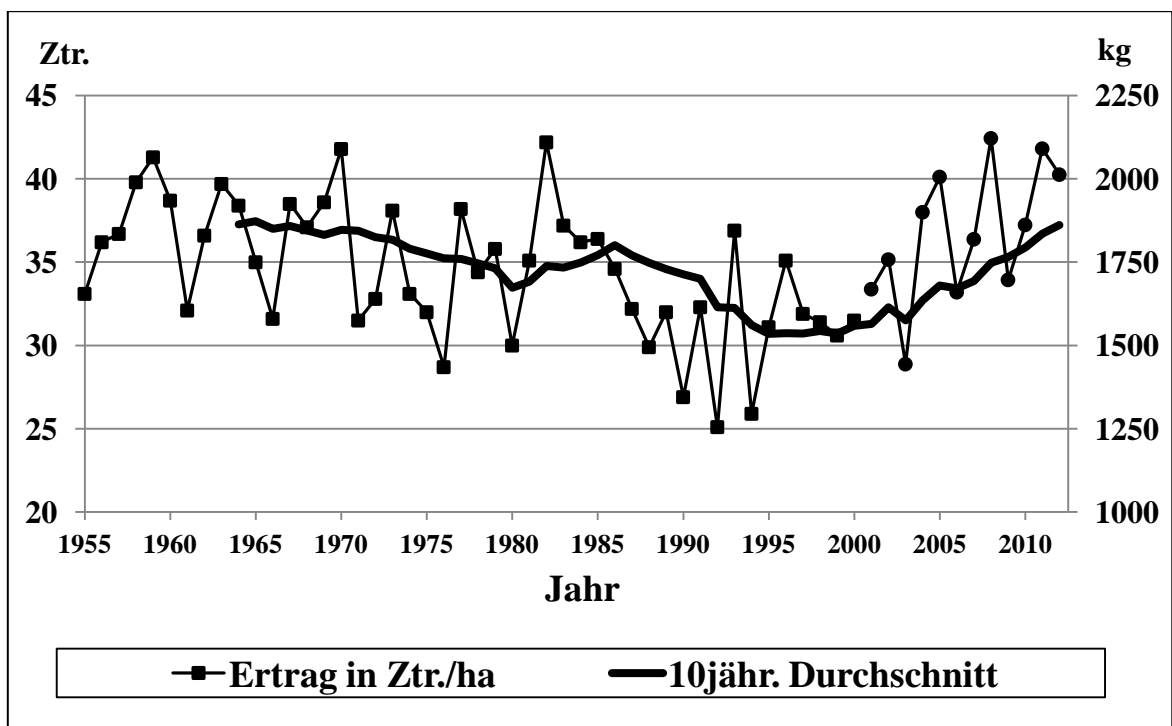


Abb. 3.6: Durchschnittsertrag (Ztr. bzw. kg/ha) in Deutschland



Tab. 3.6: Hektar-Erträge in den deutschen Anbaugebieten

Anbaugebiet	Erträge in kg/ha Gesamtfläche								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Hallertau	1.946	2.084	1.701	1.844	2.190	1.706	1.893	2.151	2.090
Spalt	1.400	1.518	1.300	1.532	1.680	1.691	1.625	1.759	1.383
Tett nang	1.525	1.405	1.187	1.353	1.489	1.320	1.315	1.460	1.323
Bad. Rheinpf./ Bitburg	1.889	1.881	1.818	2.029	1.988	1.937	1.839	2.202	2.353
Elbe-Saale	1.895	1.867	1.754	2.043	2.046	1.920	1.931	2.071	1.983
Ø Ertrag je ha									
<b>Deutschland</b>	<b>1.900 kg</b>	<b>2.006 kg</b>	<b>1.660 kg</b>	<b>1.819 kg</b>	<b>2.122 kg</b>	<b>1.697 kg</b>	<b>1.862 kg</b>	<b>2.091 kg</b>	<b>2.013 kg</b>
Gesamternte									
Deutschland	33.208 t	34.467 t	28.508 t	32.139 t	39.676 t	31.344 t	34.234 t	38.111 t	34.475 t
(t bzw. Ztr.)	664.160	689.335	570.165	642.777	793.529	626.873	684.676	762.212	698.504
Anbaufläche									
Deutschland	17.476	17.179	17.170	17.671	18.695	18.473	18.386	18.228	17.124

Tab. 3.7: Alpha-Säurenwerte der einzelnen Hopfensorten

Anbaugebiet/Sorte	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Ø 5	Ø 10
											Jahre	Jahre
Hallertau Hallertauer	3,1	4,3	4,4	2,4	3,9	4,4	4,2	3,8	5,0	<b>4,6</b>	<b>4,4</b>	<b>4,0</b>
Hallertau Hersbrucker	2,1	3,0	3,5	2,2	2,6	2,9	3,4	3,5	4,5	<b>3,0</b>	<b>3,5</b>	<b>3,1</b>
Hallertau Hall. Saphir		3,4	4,1	3,2	4,6	5,1	4,5	4,5	5,3	<b>4,4</b>	<b>4,8</b>	
Hallertau Opal					7,4	9,4	9,0	8,6	9,7	<b>9,0</b>	<b>9,1</b>	
Hallertau Smaragd					6,1	6,7	6,4	7,4	8,0	<b>6,0</b>	<b>6,9</b>	
Hallertau Perle	3,9	6,4	7,8	6,2	7,9	8,5	9,2	7,5	9,6	<b>8,1</b>	<b>8,6</b>	<b>7,5</b>
Hallertau Spalter Select	3,2	4,9	5,2	4,3	4,7	5,4	5,7	5,7	6,4	<b>5,1</b>	<b>5,7</b>	<b>5,1</b>
Hallertau Hall. Tradition	4,1	6,3	6,3	4,8	6,0	7,5	6,8	6,5	7,1	<b>6,7</b>	<b>6,9</b>	<b>6,2</b>
Hallertau North. Brewer	6,0	9,8	9,8	6,4	9,1	10,5	10,4	9,7	10,9	<b>9,9</b>	<b>10,3</b>	<b>9,3</b>
Hallertau Hall. Magnum	11,7	14,8	13,8	12,8	12,6	15,7	14,6	13,3	14,9	<b>14,3</b>	<b>14,6</b>	<b>13,9</b>
Hallertau Nugget	8,5	10,6	11,3	10,2	10,7	12,0	12,8	11,5	13,0	<b>12,2</b>	<b>12,3</b>	<b>11,3</b>
Hallertau Hall. Taurus	12,3	16,5	16,2	15,1	16,1	17,9	17,1	16,3	17,4	<b>17,0</b>	<b>17,1</b>	<b>16,2</b>
Hallertau Hall. Merkur		13,5	13,3	10,3	13,0	15,0	14,8	12,6	15,2	<b>14,0</b>	<b>14,3</b>	
Hallertau Herkules					16,1	17,3	17,3	16,1	17,2	<b>17,1</b>	<b>17,0</b>	
Tett nang Tett nanger	2,6	4,7	4,5	2,2	4,0	4,2	4,2	4,0	5,1	<b>4,3</b>	<b>4,4</b>	<b>4,0</b>
Tett nang Hallertauer	3,1	5,0	4,8	2,6	4,3	4,7	4,5	4,2	5,1	<b>4,7</b>	<b>4,6</b>	<b>4,3</b>
Spalt Spalter	3,1	4,4	4,3	2,8	4,6	4,1	4,4	3,7	4,8	<b>4,1</b>	<b>4,2</b>	<b>4,0</b>
Elbe-S. Hall. Magnum	10,2	14,0	14,4	12,4	13,3	12,2	13,7	13,1	13,7	<b>14,1</b>	<b>13,4</b>	<b>13,1</b>

Quelle: Arbeitsgruppe Hopfenanalyse (AHA)

## 4 Züchtungsforschung Hopfen

RDin Dr. Elisabeth Seigner, Dipl.-Biol.

### 4.1 Klassische Züchtung

Züchterisch wird in Hüll die gesamte Bandbreite von feinsten Aromahopfen bis zu Super-Hochalphasorten bearbeitet. Seit Kurzem werden sehr erfolgreich auch Hopfen mit speziellen, außergewöhnlichen Aromausprägungen entwickelt. Somit ist die Hopfenzüchtung der LfL mit ihren Sorten immer am Puls der Zeit. Vorrangig wird versucht, die Resistenzen bzw. Toleranzen gegenüber den wichtigsten Krankheiten und Schädlingen stetig zu verbessern, damit künftige Sorten bei gesteigerter Leistungsfähigkeit und bester Qualität von den deutschen Hopfenpflanzern noch umweltschonender und kostengünstiger produziert werden können. Biotechnologische Methoden unterstützen seit Jahren die klassische Züchtung. Beispielsweise gelingt es nur über die Meristemkultur, virusfreies Pflanzmaterial zur Verfügung zu stellen. Des Weiteren werden molekulare Techniken eingesetzt, um das Erbmaterial des Hopfens selbst sowie das von Hopfenpathogenen zu identifizieren und dieses Wissen für die Entwicklung neuer Sorten zu nutzen.

#### 4.1.1 Kreuzungen 2012

2012 wurden insgesamt 95 Kreuzungen durchgeführt. Die Anzahl der Kreuzungen zu den jeweiligen Zuchtzielen ist in Tab. 4.1 zusammengestellt.

Tab. 4.1: Zuchtziele der Kreuzungen 2012

Zuchtrichtung kombiniert mit Resistenz / Toleranz gegenüber versch. Hopfenkrankheiten	Weitere Anforderungen	Anzahl der Kreuzungen
Aromatyp	traditionelle Aromausprägung	8
	außergewöhnliche Aromausprägung	51
	Blattlausresistenz	4
	hoher Betasäuregehalt	2
Hoch-Alpha-säuren-Typ	außergewöhnliche Aromausprägung	8
	verbesserte Mehltau-resistenz	18
	hoher Betasäuregehalt	2
	Blattlausresistenz	2

#### 4.1.2 Neuer Trend in der Hopfenzüchtung – Die Hüller Special Flavor-Hopfen mit zitrusartigen, fruchtigen und blumigen Aromanoten

##### Ziel

Durch die Entwicklung von Hopfensorten mit speziellen, für Hopfen eher untypischen fruchtigen und blumigen Aromausprägungen soll vor allem die Wettbewerbsfähigkeit von deutschem Hopfen auf dem Weltmarkt entscheidend verbessert werden. Die US-Craft-Brewer-Szene war Auslöser für diese Ergänzung zum traditionellen Züchtungsprogramm.

Diese neue Brauer-Bewegung entstand in den USA in den 1980er Jahren als Gegenbewegung zu den großen US-Braukonzernen. Wie ihr Name (craft = Handwerk, Kunst) verrät, verstehen sie sich als handwerkliche Brauer, die sich der Brau-Kunst verschrieben haben. Sie erkennen den Hopfen in seiner Wertigkeit als Braurohstoff mit schier unendlichen Differenzierungsmöglichkeiten und zelebrieren einen ganz neuen Umgang mit Hopfen in ihren Bieren. Entgegen dem allgemeinen, seit Jahren anhaltenden Trend in der internationalen Brauindustrie mit ständig reduzierten Hopfengaben und daher auch Hopfenbedarf, verbrauchen die Craft-Brewer stetig zunehmende Mengen an Hopfen, um gehaltvolle, stark gehopfte und daher charaktervolle Biere zu kreieren, die reißenden Absatz finden. Insbesondere neuartige Aromausprägungen in bestimmten Hopfensorten sind in dieser innovativen Brauerszene gefragt und dafür werden auch höhere Rohstoffpreise bezahlt. Bislang profitierten vor allem die US-Hopfepflanzer mit Sorten wie Cascade, Centennial, Simcoe, Citra und Amarillo von diesem neuen Bier-Boom. Die US-Pflanzer haben ihre Produktion bereits an die stetig steigende Nachfrage von Seiten der Craft-Brewer angepasst. Allein in den letzten drei Jahren wurden die Anbauflächen mit Hoch-Alphaarten und klassischen Aromasorten deutlich zu Gunsten der sogenannten Flavor-Hopfen verschoben (Abb. 4.1). Mittlerweile hat sich diese Begeisterung für Spezialbiere mit außergewöhnlichen Aroma- und Geschmacksnoten von den USA ausgehend, über Kanada, Australien auch nach Europa ausgebreitet und hat jetzt auch Deutschland erfasst.

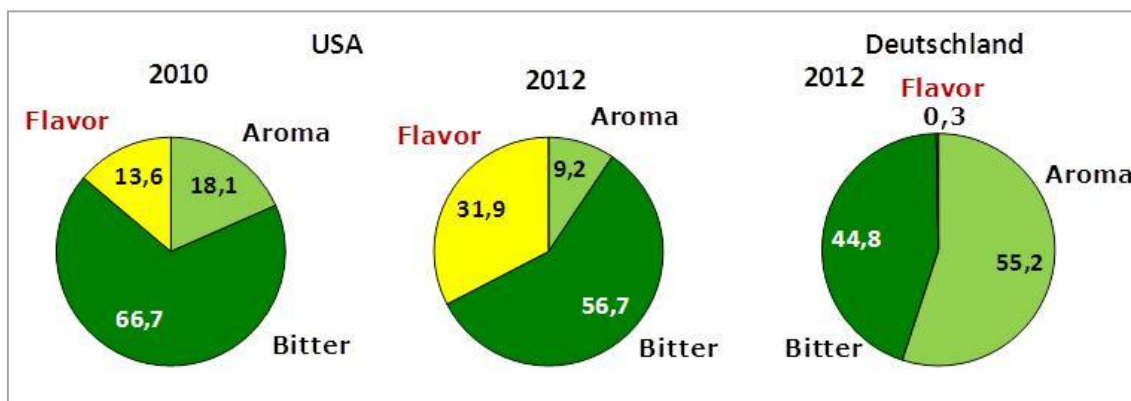


Abb. 4.1: Veränderungen in den Anbauflächen von Aroma-, Bitter- und Flavor-Hopfen in den USA zwischen 2010 und 2012 und Anbausituation in Deutschland im Jahr 2012

In den Hüller Züchtungsprogrammen früherer Jahre wurden Hopfen mit fruchtigen, zitrusartigen und exotischen Aromanuancen verworfen, weil sie von der traditionell geprägten Brauindustrie nicht akzeptiert wurden. Erst 2006 führte Anton Lutz die ersten Kreuzungen in dieser neuen Zielrichtung durch, um mit neuartigen Sorten den Craft-Brewer-Markt für deutschen Hopfen zu erschließen.

### Material und Methoden

Begonnen wurde mit Kreuzungen der US-Sorte Cascade, die bekannt für ihr blumiges und zitrusartiges Aroma ist. Sie wurde mit männlichen Hüller Zuchtlinien kombiniert, die verbesserte Krankheitsresistenzen (v.a. Widerstandsfähigkeit gegen Echten Mehltau und Welketoleranz), gute agronomische Eigenschaften und klassische Aromanuancen in die Nachkommen einbringen sollten. Bei nachfolgenden Kreuzungen konnte dann auch Hüller Zuchtmaterial mit fruchtig-exotischen Aromausprägungen eingesetzt werden. Zusätzlich wurden bereits vorselektierte Stämme aus früheren Hoch-Alpha-Züchtungsprogrammen, auf die neuartigen Aromanoten hin überprüft.

Die organoleptische Aromabeschreibung der Zuchtstämme und Sorten wurde durch die chemischen Analysedaten der ätherischen Ölkomponten ergänzt. Insbesondere die in Hüll als Standard eingesetzte Headspace-Gaschromatographie unterstützte den Selektionsprozess.

Der Züchter legte die interessantesten Zuchtstämme den Experten der Hopfen- und Brauwirtschaft zur Aromabeurteilung vor, und diese testeten sie in zahlreichen Brauversuchen. Um die neuen Hopfensorten schnell auf den Hopfenmarkt bringen zu können, wurden die Prüfzeiten zur Resistenztestung und Feststellung der agronomischen Leistungsmerkmale im Feldanbau zum Teil stark reduziert.

## **Ergebnisse**

Da die Bierverkostungen sehr positive Ergebnisse erbrachten und auch Hopfenhandel und Hopfenpflanzer großes Interesse zeigten, wurden bis zum Frühjahr 2012 von der Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH) vier neue Zuchtstämme beim Europäischen Sortenamnt zur Zulassung angemeldet. Die vielfältigen, für jede Sorte charakteristischen Aromausprägungen wurden bei der Namensgebung berücksichtigt.

So dominieren bei „Mandarina Bavaria“ (MB) Mandarinen- und Zitrusaromen und ergeben zusammen mit den traditionellen hopfigen Noten eine für Hüller Sorten ganz neue Aromakombination, die Ähnlichkeit zu den US-Sorten Cascade und Centennial aufweist. „Huell Melon“ (HN) weckt Assoziationen an reife Honigmelonen und mit seinen süßlichen Aprikose- und Erdbeernuancen präsentiert sich diese neue Hüller Special Flavor-Sorte als Besonderheit unter allen international verfügbaren Hopfensorten. Bei „Hallertau Blanc“ (HC) überwiegen bei einem blumig-fruchtigen Gesamteindruck im Rohhopfen als auch im Bier Geruchs- bzw. Geschmacksstoffe, die an grüne Früchte erinnern, und ein typisches Weißweinbouquet widerspiegeln.

Die vierte Sorte „Polaris“ (PA) entstammt noch einer Kreuzung des früheren Züchters Herbert Ehrmaier aus dem Jahr 1999. Der Stammbaum basiert auf Hüller Zuchtmaterial, auf der US-Sorte Nugget und einer japanischen Zuchtlinie. Die damalige Zielsetzung war es, den Alphasäuregehalt weiter zu steigern und die Krankheitsresistenz zu verbessern. Bei der Prüfung der Nachkommenschaft fiel ein Sämling mit einer ganz individuellen, frischen Aromausprägung auf, die an Minze und Gletschereisbonbon erinnert. Darüber hinaus bestach er mit extrem hohen Alphasäuregehalten von bis zu 24 % und Gesamtölgelalten von 4,4 - 4,8 ml pro 100 g Hopfen. Polaris erweist sich somit in beiden Merkmalen als Spitzenreiter im internationalen Sortenspektrum.

Die chemischen Analysen, die von der Arbeitsgruppe Hopfenanalytik IPZ 5d durchgeführt wurden, bestätigten die Neuartigkeit der Hüller Special Flavor-Hopfen. So konnten auch die organoleptischen Aromaeindrücke über die Headspace-GC-Ölprofile bestätigt werden. Ausgehend von insgesamt 76 Peaks des GC-Ölprofils der einzelnen Sorten konnten 49 Substanzen identifiziert werden. Bei 39 ätherischen Ölkomponten war es möglich, sie den sechs Kategorien fruchtig (mit 7 Komponenten), zitrusartig (4), blumig (4), kräuterartig (9), würzig/harzig (3) und holzig (10) zuzuordnen (siehe Details in Lutz et al., 2012) und die Peakflächen dieser Aromanoten darzustellen. So konnte grob das Aromapotential der Special Flavor-Hopfen mit dem von Hallertauer Mittelfrüh als klassische Aromasorte und mit dem der US-Sorte Cascade als typischen Vertreter der Flavor-Hopfen verglichen werden.



## Mandarina Bavaria (2007/18/13)

hopfiges, frisches fruchtiges Aroma, **intensive Mandarinen- und Zitrusnote**

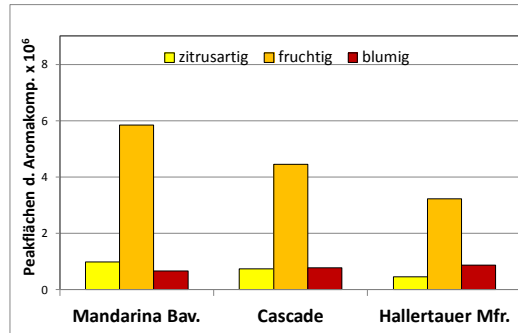
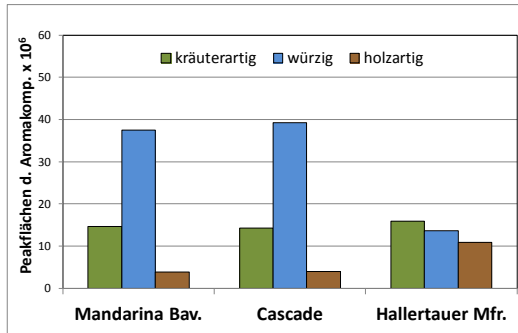
**Ursprung:** Cascade x Hüller männl. Stamm

**Bittersubstanzen** nach EBC 7.7 in % (w/w):

Alphasäuren: 7 - 10      Betasäuren: 4 - 7  
Cohumulon: 28 - 35      Xanthohumul: 0,5 - 0,7

**Polyphenole** (EBC 9.11): 2,3 - 2,7 % (w/w)

**Aromasubstanzen** nach EBC 7.10: Gesamtöl 1,5 - 2,2 ml /100 g Dolden



Peakflächen der Headspace-GC



## Huell Melon (2009/02/706)

fruchtiges und süßes Aroma, **Honigmelone, Aprikose, Erdbeere**

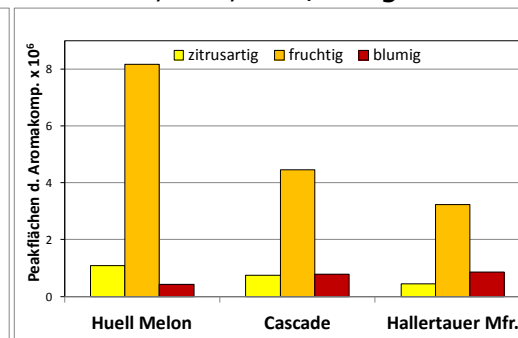
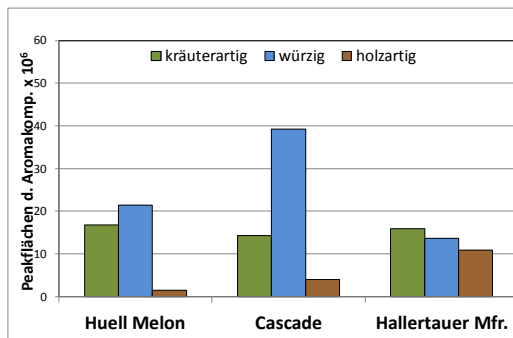
**Ursprung:** Cascade x Hüller männl. Stamm

**Bittersubstanzen** nach EBC 7.7 in % (w/w):

Alphasäuren: 7 - 8      Betasäuren: 6 - 8  
Cohumulon: 25 - 28      Xanthohumul: 0,4 - 0,7

**Polyphenole** (EBC 9.11): 3,0 % (w/w)

**Aromasubstanzen** nach EBC 7.10: Gesamtöl 0,8 - 2,1 ml /100 g Dolden



Peakflächen der Headspace-GC

## Hallertau Blanc (2007/19/08)



blumig-fruchtiges Aroma, Mango, Grapefruit,  
**Stachelbeere, feines Weinbouquet**

**Ursprung:** Cascade x Hüller männl. Stamm

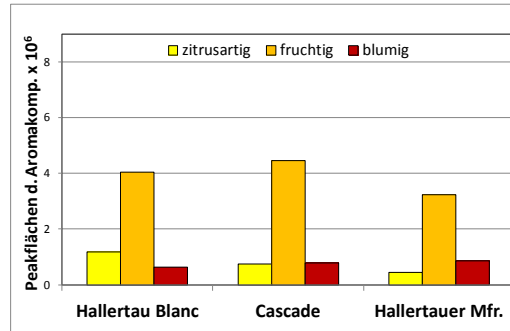
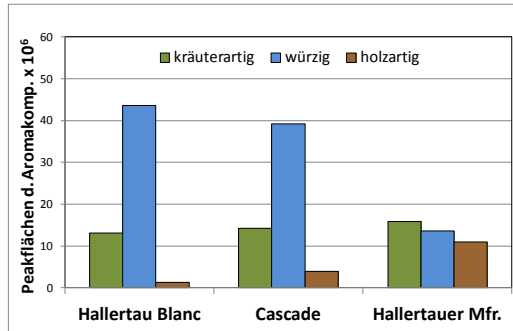
**Bittersubstanzen** nach EBC 7.7 in % (w/w):

Alphasäuren: 9 - 11      Betasäuren: 4 - 7

Cohumulon: 19 - 25      Xanthohumol: 0,2 - 0,45

**Polyphenole** (EBC 9.11): 3,1 % (w/w)

**Aromasubstanzen** nach EBC 7.10: Gesamtöl 1,5 - 1,8 ml /100 g Dolden



Peakflächen der Headspace-GC

## Polaris (2000/109/728)



intensives frisches fruchtiges Aroma, Minze,  
**Gletschereisbonbon**, würzige Note

**Ursprung:** Hüller Zuchtmaterial (D, USA, Japan)

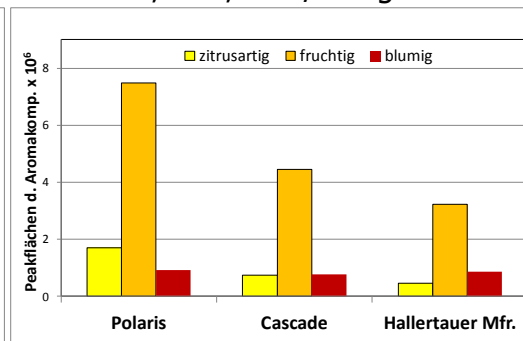
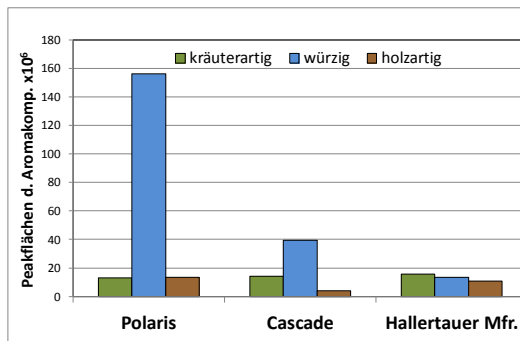
**Bittersubstanzen** nach EBC 7.7 in % (w/w):

Alphasäuren: 18,0 - 24,0      Betasäuren: 5,0 - 6,5

Cohumulon: 22 - 29      Xanthohumol: 0,9 - 1,0

**Polyphenole** (EBC 9.11): 2,6 - 2,7 % (w/w)

**Aromasubstanzen** nach EBC 7.10: Gesamtöl 4,4 - 4,8 ml /100 g Dolden



Peakflächen der Headspace-GC

Abb. 4.2: Aromabeschreibungen, genetischer Hintergrund und chemische Analysedaten der vier neuen Hüller Special Flavor-Hopfen. Daten beruhen auf Ergebnissen aus 3-5 Erntejahren; der Gesamt-Polyphenol-Wert basiert nur auf Bestimmungen aus der Ernte 2012; chemische Analysen von IPZ 5d

Im Frühjahr 2012 wurden diese vier Special Flavor-Hopfen von der Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH) zum Anbau unter speziellen Anbau- und Lizenzbedingungen freigegeben. Um der großen Nachfrage möglichst rasch gerecht zu werden, wurde auf die normalerweise übliche längere Prüfung im Praxisanbau verzichtet. Mandarinina Bavaria und Hallertau Blanc konnten deshalb nur ein Jahr in etwas größerem Umfang getestet werden. Huell Melon war bei der Antragstellung erst drei Jahre alt und es lagen somit nur Einzelstockergebnisse vor. Das außergewöhnliche und herausragende Aroma rechtfertigt trotzdem die Freigabe für den Anbau. Lediglich Polaris konnte alle Testphasen durchlaufen und es liegen umfassende Ergebnisse vor.

Mit der Ernte 2012 konnten bei allen vier Sorten wichtige Erfahrungen gewonnen werden. Zum einen bestätigten sich sowohl im Doldenhopfen als auch im Bier die bisherigen Aromaeinstufungen und zum anderen zeigten die neuen Sorten positive agronomische Eigenschaften. Erkenntnisse zum deutlichen Einfluss von Boden und Erntezeitpunkt auf die Aromausprägung erbrachten auch die erstmals durchgeführten Biogeneseanalysen. An zwei Standorten (Rohrbach: sandiger bzw. Hüll: lehmiger Boden) wurden Einzelreben der Sorten MB, HC und PA im Abstand von jeweils einer Woche von Mitte August bis Ende September beerntet.

Grundsätzlich gilt, dass nur beste Standorte mit tiefgründigen und gut durchwurzelbaren Böden für die Produktion von Flavor-Hopfen geeignet sind. Hinzu kommt, dass Standorte mit Welkeproblemen speziell für MB, HC und HN als Nachkommen der stark welkeanfälligen Sorte Cascade ausscheiden, obwohl sie selbst bisher eine mittel-gute Welketoleranz zeigen. Ebenso sind Böden mit Verdichtungen und Staunässe ungeeignet.

Um den Hopfen genügend Zeit für eine volle Aromaentwicklung einzuräumen, ist meist ein später Erntetermin günstig. Allerdings hängt der Erntetermin von den Vorstellungen des Brauers ab, welche Aromanoten in seinen Bieren vorherrschen sollen.

Obleich aktuell nicht mit der Einführung einer weiteren Hüller Special Flavor-Sorte zu rechnen ist, geht die Züchtung weiter. So wurden im Herbst 2012 den Mitgliedern der GfH Neuzüchtungen mit außergewöhnlichen Aromanuancen vorgestellt. Selbst Zuchtstämme mit sellerie- und liebstockelartigem Aroma weckten bereits die Experimentierfreude mancher Brauer. Tab. 4.2 gibt einen Überblick zu den aktuell zur Verfügung stehenden Zuchtlinien. Selbstverständlich soll die Züchtung von traditionell feinen Aromahopfen nicht vernachlässigt werden. So repräsentieren die Zuchtstämme 89/002/025 und 96/001/024 als Nachkommen von Kreuzungen mit den Landsorten Spalter bzw. Tettninger (Tab. 4.2) die klassische Ausrichtung der Aromazüchtung.

Tab. 4.2: Chemische Daten und Aromabeschreibungen neuer Zuchtstämme. Daten beruhen auf den Ergebnissen aus 3-5 Erntejahren; der Gesamt-Polyphenol-Wert basiert auf einer Einzelbestimmung einer Probe aus der Ernte 2012; <sup>1</sup>in % (w/w); <sup>2</sup>relativ in % der Alphasäuren; <sup>3</sup>ml/100 g getrocknete Dolden; Analysen IPZ 5d;

Sorte	Aroma- beschreibung	EBC 7.7				EBC 9.11	EBC 7.10
		$\alpha$ - Säu- ren <sup>1</sup>	$\beta$ - Säu- ren <sup>1</sup>	Cohu- mulon <sup>2</sup>	Xantho- humol <sup>1</sup>	Poly- phenole gesamt <sup>1</sup>	Ge- samtöl <sup>3</sup>
89/002/025	hopfig, würzig, klassisch	7 - 9	5 - 7	16 - 20	0,3 - 0,5	3,7	1,9
96/001/024	hopfig, leicht zitrusartig	5 - 8	6 - 8	18 - 22	0,4 - 0,6	3,2	2,1
93/010/036	hopfig, Zitrusnote	13 - 16	5 - 7	25 - 30	0,8 - 1,3	2,6	3,6
2006/078/009	fruchtig, Banane, leichte Zitrusnote	15 - 18	5 - 6	19 - 24	0,8 - 1,0	3,3	2,5
2006/099/731	frisch, fruchtig, grüner Apfel	15 - 20	4 - 6	28 - 34	0,6 - 1,0	2,4	2,6
2008/020/004	hopfig, würzig, Minze	6 - 11	4 - 7	34 - 39	0,5 - 0,6	4,1	2,0
2008/059/003	fruchtig, Ananas, blumig, Lavendel	15 - 18	5 - 6	19 - 24	0,7 - 0,9	3,8	3,9
2008/060/002	frisch, Zitrusnote, leichte Ananasnote	15 - 19	6 - 7	19 - 22	0,8 - 0,9	2,4	4,0
2009/001/718	sehr fruchtig, Multivitamin	7 - 10	2 - 4	23 - 30	0,2 - 0,4	3,6	1,6 - 2,5
2010/035/013	hopfig, fruchtig, starke Apriko- sennote	6 - 8	4 - 6	20 - 24	0,4 - 0,6	4,5	1,6
2009/068/008	extreme Liebstöcklnote (Maggi)	1 - 2	0,3 - 0,8	27 - 40	0,3	4,3	0,5

Mit diesen neuen Hüller Special Flavor-Hopfen sind die Chancen sehr gut, von dem neuen Bier-Boom der US-Craft Brauer und anderer kreativer Brauer zu profitieren. Andererseits ist der Einstieg in dieses Segment der Brauwirtschaft auch mit Risiken verbunden. Craft-Brewer kaufen nur Top-Qualität und dürften sich daher als sehr wählerisch erweisen. Außerdem ist zu erwarten, dass diese Brauer einem enormen Innovationsdruck unterliegen und folglich ständig auf der Suche nach neuen andersartigen, außergewöhnlichen Aromaimpressionen für ihre Biere sein werden. So erwarten wir, dass neue Flavor-Hopfensorten nur geringe Flächenanteile erreichen werden und nur wenige Jahre wirklich von den Craft-Brauern gefragt sein werden. Daher sind spezielle Vorkontrakte dringend erforderlich, die zum einen die Versorgung der Brauer mit den gewünschten Sorten gewährleisten, zum anderen aber auch die Hopfenpflanzer absichern.



### 4.1.3 Testsystem zur Beurteilung der Toleranz von Hopfen gegenüber Falschem Mehltau (*Pseudoperonospora humuli*) im Labor

#### Ziel

Falscher Mehltau, verursacht durch den Pilz *Pseudoperonospora humuli*, hat in den letzten Jahren die Pflanzler vor große Herausforderungen gestellt. Insbesondere 2009 und 2010 kam es zu einem enorm starken Ausbruch der Peronospora-Primärinfektion. Mit ein Auslöser dafür waren Hagelunwetter jeweils Ende Mai, die beide Male großflächig zu drastischen Verletzungen der Hopfenpflanzen führten, und so die Schwächung und Krankheitsanfälligkeit dieser Hopfenbestände bedingte. Die anschließend nass-kalte Witterung bis in den Juni hinein begünstigte zusätzlich die Anreicherung des Pilzes im Wurzelstock bei gleichzeitig deutlich verzögertem Wachstum des Hopfens. All diese Faktoren trugen dazu bei, dass selbst bei peronosporatoleranten Hopfensorten massiv „Bubiköpfe“ und Sekundärinfektionen auftraten. Zur Bekämpfung mussten wiederholt Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden.

Ein wichtiger Beitrag zur Lösung des Peronospora-Problems ist die Verbesserung der Toleranz durch die Züchtung. Seit Jahrzehnten wird zur Frühselektion tausender Sämlinge ein Peronospora-Toleranztest im Folienghaus durchgeführt (siehe Abb. 4.3). Ein entscheidender Vorteil dieser Testmethode ist es, dass die Sämlinge ohne großen Aufwand selektiert werden können. Defizite zeigen sich, wenn es um die exakte Einschätzung der Toleranz bzw. Anfälligkeit einzelner Sämlinge geht. Des Weiteren kann bei einer Massen-Selektion nie sichergestellt werden, dass für alle Sämlinge vergleichbare Infektionsbedingungen herrschen (gleiche Sporenladung, ausreichende Blattbenetzung, kein Abtrocknen und damit Stoppen der Peronospora-Infektionen in den Randbereichen, etc.).

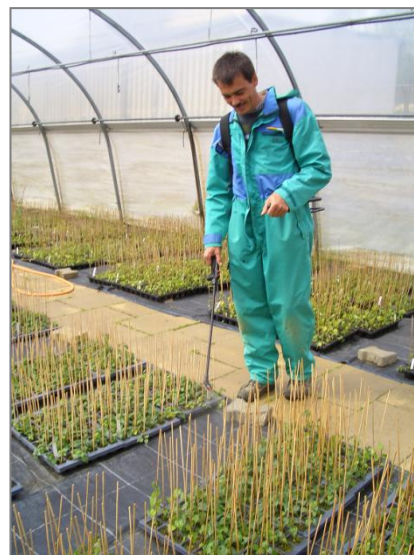


Abb. 4.3: Künstliche Inokulation der zu testenden Sämlinge durch Besprühen mit einer Zoosporangien-Suspension des Pilzes

Auch die sichere Einstufung der Peronosporatoleranz im Zuchtgarten ist mit zahlreichen Schwierigkeiten behaftet. Der Krankheitsdruck hängt z.B. stark vom jeweiligen Witterungsverlauf ab und es herrschen nicht jedes Jahr optimale Selektionsbedingungen. Zudem erschweren auch Parameter wie unterschiedliche Entwicklungsstadien zum Zeitpunkt der Pflanzenschutzmittel-Applikationen und Abstand zwischen letzter Behandlung und Erntezeitpunkt die Selektion. Des Weiteren kann aufgrund beschränkter Arbeitskapazität nur eine begrenzte Zahl an Sämlingen direkt im Zuchtgarten bonitiert werden. Eine befriedigende Lösung könnte ein zuverlässiger Labortest sein.

### 4.1.4 Etablierung eines Blatt-Testsystems (detached leaf assay) im Labor

#### Zielsetzung

Unsere Zielsetzung ist es daher, in einem weitgehend standardisierten Testsystem mit abgeschnittenen Blättern (detached leaf assay) im Labor die Toleranz bzw. Anfälligkeit gegenüber Peronospora zuverlässig und genauer abschätzen zu können, so wie dies für Echten Mehltau seit 2001 routinemäßig sehr erfolgreich durchgeführt wird.

## Ergebnisse

Basierend auf den publizierten Erkenntnissen aus den USA, aus England, Tschechien und den verschiedenen Arbeiten von Frau Dr. Krehmeller am Hopfenforschungsinstitut Hüll in den 1980er Jahren, wurde im Januar 2012 mit der Erarbeitung eines Testsystems für *Peronospora*-Toleranz begonnen.

Bereits im Sommer 2011 waren *Peronospora* befallene Hopfenblätter aus den Zuchtgärten in Hüll und Freising als Ausgangsmaterial gesammelt und nach der von Mitchell (2010) beschriebenen Technik bei  $-80^{\circ}\text{C}$  eingefroren worden. So konnten bereits im Januar 2012 mit diesem Pilzmaterial die ersten Inokulationsversuche gestartet werden. In einer Reihe von Ansätzen wurden die Grundlagen für das Blatt-Testsystem erarbeitet. In Weckgläsern angezogene Pflanzen lieferten die qualitativ besten *Peronospora* befallenen Blätter als Inokulations-Material. Die mit Wasser vom Blatt abgspülten Sporangien wurden mit einem Preval-Sprayer (nach Mitchell, 2010) auf die zu testenden Blätter aufgesprüht. In verschiedenen Versuchen wurden sie in Petrischalen bzw. in Plastikdosen inkubiert. Stecklinge und auch *in vitro*-Pflanzen wurden als Testsystem geprüft. In diesen Vorversuchen konnte die grundsätzliche Vorgehensweise erarbeitet werden.

## Ausblick

Detaillierte Studien zu den verschiedenen Parametern wie Blattalter, Inokulationsdichte, Inkubationsbedingungen etc., die die Aussagekraft des Labor-Testsystems beeinflussen, sollen 2013 im Rahmen einer Bachelor-Arbeit erarbeitet werden. Geplant ist darüber hinaus, dass die Einschätzung der Widerstandsfähigkeit bzw. der Anfälligkeit verschiedener Hopfen durch Bestimmung der befallenen Blattflächen unter Nutzung eines Scanalyzer-Systems präzisiert wird. Ziel ist es, das Blatt-Testsystem zu etablieren, mit dem dann zuverlässig und schnell die *Peronospora*-Toleranz interessanter Zuchtlinien abgeschätzt werden kann. Des Weiteren soll auch der Sämlingstest im Folienhaus optimiert werden.

Mitchell, M.N. (2010): Addressing the Relationship Between *Pseudoperonospora cubensis* and *P. humuli* using Phylogenetic Analyses and Host Specificity Assays. Thesis, Oregon State University, USA, <http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/16301/MitchellMelanieN2010.pdf?sequence=1>

### 4.1.5 Monitoring von gefährlichen Viroid- und Virus-Infektionen an Hopfen in Deutschland

#### Ziel

In einem breitangelegten Monitoring sollte die Befallssituation im Hinblick auf gefährliche Viroid- und Virus-Infektionen im deutschen Hopfenbau untersucht werden. Viren wie auch Viroide, allen voran das gefürchtete Hopfenstauche-Viroid (Hop stunt viroid, HSVd), stellen im Hopfenanbau ein besonderes Problem dar. Sie können mechanisch sehr leicht und schnell innerhalb eines Bestandes sowie von Bestand zu Bestand verbreitet werden. Dabei bleiben diese Erkrankungen oftmals über Jahre unerkannt und erst bei stressauslösenden Witterungsbedingungen zeigen sich wirtschaftliche Schäden auf Ertrag und Alphasäuregehalt. Zur Bekämpfung von Viren und Viroiden stehen keine Pflanzenschutzmittel zur Verfügung. Zudem kann nicht auf wirkungsvolle Resistenzen zur Einkreuzung und Züchtung virus- bzw. viroidresistenter, leistungsstarker Hopfensorten zurückgegriffen werden. Vorbeugemaßnahmen, zu denen auch ein Monitoring zur Aufdeckung und Eliminierung primärer Befallsherde sowie zur Abklärung der Verbreitung dieser Pathogene zählt, sind deshalb dringend notwendig.

## Methoden

Die Auswahl der Monitoring-Standorte, die Organisation und die Probenahme erfolgten durch IPZ 5c und 5a. Blattproben, die aus den Zuchtgärten der LfL, einem Vermehrungsbetrieb der GfH sowie von Praxisflächen aus der Hallertau und dem Tettlinger Gebiet kamen, wurden im Pathogendiagnostiklabor von IPS 2c mit molekularen und immunologischen Methoden auf folgende Pathogene untersucht (siehe auch Tab. 4.3): über DAS-ELISA (Doppel-Antikörper-Sandwich-Enzyme Linked Immunosorbent Assay) wurde mit kommerziell erhältlichen polyklonalen Antisera auf ApMV (Apfelmosaik-Virus), Hop mosaic virus (HMV, Hopfenmosaik-Carlavirus) und Arabis mosaic virus (ArMV, Arabismosaik-Virus) getestet; RT-PCR (reverse Transkriptase Polymerasekettenreaktion)-Testung unter Nutzung der Primer von Eastwell und Nelson (2007) bzw. von Eastwell (pers. Mitteilung, 2009) auf HLV (Latentes Hopfencarlavirus) und Hop stunt viroid (HSVd) sowie stichprobenartig auf AHLV (Amerikanisches Latentes Hopfencarlavirus). Bei der RT-PCR wurde zusätzlich eine interne RT-PCR-Kontrolle auf Hopfen-mRNA (Seigner et al. 2008) mitgeführt, um das Funktionieren der RT-PCR zu überprüfen und „falsch negative“ Resultate auszuschließen. Um einzelne Ergebnisse zu verifizieren, wurden PCR-Banden auch zur Sequenzierung gegeben. Die Untersuchungen wurden zum großen Teil von zwei Praktikantinnen der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf in Zusammenarbeit mit dem Pathogendiagnostiklabor, IPS 2c, in Freising durchgeführt.

Tab. 4.3: Übersicht zu den untersuchten Viren (alphabetisch) bzw. zum Viroid und den verwendeten Nachweismethoden

Viroid/Virus deutsche Bezeichnung	Viroid/Virus englische Bezeichnung	Abkürzung	Nachweismethode
Latentes Amerikanisches Hopfen-Carlavirus	American hop latent carlavirus	AHLV	RT-PCR
Apfelmosaik-Illarvirus	Apple mosaic ilarvirus	ApMV	DAS-ELISA
Arabis Mosaik-Nepovirus	Arabismosaic nepovirus	ArMV	DAS-ELISA
Latentes Hopfen-Carlavirus	Hop latent carlavirus	HLV	RT-PCR
Hopfenmosaik-Carlavirus	Hop mosaic carlavirus	HMV	DAS-ELISA
Hopfenstauche-Viroid	Hop stunt viroid	HSVd	RT-PCR

## Ergebnisse

Das 2008 begonnene Monitoring auf das Hop stunt viroid (HSVd) bei Hopfen wurde auch 2012 fortgeführt. Seit 2011 wird das Blattmaterial auch auf HMV und ApMV, auf die auch routinemäßig von IPZ 5b in Hüll getestet wird, sowie auf HLV und ArMV untersucht. Insgesamt wurden 250 Blattproben von IPS 2c untersucht, die aus den verschiedenen Zuchtgartenbereichen der LfL in Hüll, aus einem Vermehrungsbetrieb der Gesellschaft für Hopfenforschung sowie von Praxisbetrieben aus der Hallertau und Tettlinger stammten. Auch Blätter von Hopfensorten, die aus dem Ausland kamen, wurden in das Monitoring mit einbezogen.

Tab. 4.4: HSVd- und Virusuntersuchungen 2012

Herkunft und Art des Probematerials 2012	Anzahl der Hopfenproben	RT-PCR			DAS-ELISA		
		HSVd positiv	HLV positiv	AHLV* positiv	HMV positiv	ApMV positiv	ArMV positiv
Zuchtgarten Hüll: Mutterpflanzen	19	0	19 (100 %)	3 von 3	7+(3) (53 %)	5 (26 %)	1 (5 %)
Zuchtgarten Hüll: Stammesprüfung	7	0	7 (100 %)	k.T.	1 (1 %)	0	0
Zuchtgarten Hüll: Sortengarten	68	0	47+(3) (73 %)	0 von 3	36+(3) (57 %)	26 (38 %)	0
Zuchtgarten Hüll: Sortenregister	41	0	17 +(3) (49 %)	2 von 2	2 (5 %)	6 (15 %)	0
Vermehrungsbetrieb GfH Hallertau: Mutterpflanzen	49	0	24 (49 %)	4 von 30	3 (6 %)	0	(1) (2 %)
Praxisbetriebe Elbe-Saale	0						
Praxisbetriebe Hallertau: Sorten	36	0	12 (28 %)	k.T.	18+(3) (56 %)	6 (17 %)	(1) (3 %)
Tettnang Versuchsgut u. Praxisbetriebe: Sorten	10	0	6 (60 %)	0 von 10	3+(3) (60 %)	8+(2) (100 %)	2 (20 %)
Sorten aus dem Ausland	20	0	k.T.	k.T.	k.T.	k.T.	k.T.
<b>Gesamt</b>	<b>250</b>	<b>0</b>	<b>130</b>	<b>9 von 53</b>	<b>69+(12)</b>	<b>51+(2)</b>	<b>3+(2)</b>

\*Auf AHLV nur stichprobenartig getestet; k.T. = keine Testung; (Zahl) = schwaches Befallssignal

In keiner Probe wurde das gefährliche HSVd detektiert (Tab. 4.4), damit bleiben die neun 2010 detektierten mit HSVd infizierten Pflanzen, welche sofort entsorgt wurden, die einzigen unter den insgesamt 1.188 seit 2008 beprobten Hopfen. Wenn auch bei 20 Proben (9 %) die HSVd-Freiheit wegen der fehlenden Internen RT-PCR-Kontrollbande nicht zu 100 % aussagekräftig ist. Diese seit 2008 erarbeiteten Ergebnisse können als beruhigend gewertet werden, da sie zeigen, dass bislang noch kein HSVd aus Ländern mit erhöhtem Infektionsdruck wie Japan in früheren Jahren, den USA, wo seit 2006 Hop stunt viroid-Infektionen bekannt sind, und aus Slowenien mit HSVd-Befallsfällen seit 2007 (Radisek et al., 2012) eingeschleppt wurde.

Eine ganz andere Situation zeigt sich bei den Viruserkrankungen. In den verschiedenen Bereichen des Zuchtgartens der LfL in Hüll ist der Befall mit HLV, HMV und auch mit ApMV recht massiv (Tab. 4.4). Viele Sorten des Welthopfensortiments sind schon seit Jahrzehnten in Hüll ausgepflanzt und in den meisten Fällen wurde das Ausgangsmaterial überhaupt nicht auf Virusinfektionen untersucht und daher auch keine Anstrengungen unternommen, über Meristemkultur virusfreies Pflanzmaterial zu erzeugen. Meist sind diese Hopfen in Parzellen mit vier Pflanzen angebaut und somit sind für eine Weitergabe der Viren mechanisch bzw. über Blattläuse aus diesen kleinen Infektionsherden an benachbarte Hopfen ideale Voraussetzungen gegeben.

Auch in den Praxisproben aus der Hallertau bzw. aus Tettwang wurden in einem sehr hohen Prozentsatz Infektionen mit HLV und HMV nachgewiesen, auch ApMV, wenn auch in geringerem Ausmaß, spielte eine Rolle. Der relativ hohe Anteil an den beiden von Blattläusen übertragenen Viren HMV und HLV ist dadurch zu erklären, dass bereits kurze Probestiche der Blattlaus für die Virusabgabe bzw. für die Virusaufnahme ausreichen. Sind Pflanzen mit diesen Viren infiziert, so breitet sich die Infektion über die Blattläuse im Bestand sukzessive aus. Das Latente Hopfenvirus verursacht keine sichtbaren Schäden, allerdings war HLV oftmals Teil einer Mischinfektion. Besonders bei solchen Pflanzen mit kombinierten Virusinfektionen sind gravierende Auswirkungen auf Ertrag und Hopfeninhaltsstoffe zu erwarten, zumal alle anderen Virusarten wie ApMV und HMV und in besonders ausgeprägtem Maße ArMV zu deutlichen Schäden führen (Eastwell and Barbara, 2009; Kremheller et al., 1989). Bei allen Praxisproben wird die tatsächliche Befallsituation möglicherweise überschätzt, weil ausschließlich von auffälligen, symptomzeigenden Hopfenpflanzen Probenmaterial zur Untersuchung gebracht wurde.

Alle bei einem Vertragsvermehrter der Gesellschaft für Hopfenforschung als virus-positiv getesteten Pflanzen wurden sofort eliminiert. Daher sind gesunde Fechser über diese Bezugsquelle gewährleistet. Lediglich HLV wird toleriert, weil davon auszugehen ist (Neve, 1999; Pethybridge et al., 2008), dass das Hop Latentvirus alleine keine bis sehr geringe Ertrags- bzw. Qualitätsminderungen verursacht.

Auf AHLV, das auch von Blattläusen übertragen wird, wurde nur stichprobenartig untersucht, da laut Literatur dieses Virus lediglich in den USA und bei Hopfenmaterial aus den USA eine Rolle spielt. Ein großer Teil der zur Untersuchung vorliegenden Proben des Vermehrungsbetriebes wurden auf AHLV überprüft, weil diese Virusart doch zu deutlichen Ertrags- und Alphasäurenminderungen führen kann (Eastwell and Druffel, 2012). Auch US-Material und zu US-Sorten benachbartes Zuchtmaterial in unserem Zuchtgarten wurde in die Stichproben mit einbezogen. In neun von insgesamt 53 untersuchten Hopfenproben wurde eine AHLV-Infektion nachgewiesen.

Mit Unterstützung der Wissenschaftlichen Station für Brauerei in München wird 2013 dieses Monitoring weitergeführt. Obwohl sich HSVd-Infektionen, entgegen den ersten Befürchtungen, noch nicht in Deutschland ausgebreitet haben, muss dieses Monitoring auf Viroide fortgesetzt werden, vor allem weil in Slowenien das Zitrusviroid IV nachgewiesen wurde, das zu noch dramatischeren Ertragseinbußen als HSVd führt (Radisek et al., 2012). Im dritten Jahr sollen die beim Virusmonitoring gewonnenen Erkenntnisse, insbesondere zu den Infektionen mit HMV und ApMV, nochmals überprüft werden, um langfristig Aussagen über die Dynamik der Befallsentwicklung treffen und Strategien für die Hopfenpflanzler im Umgang mit der Virusproblematik entwickeln zu können.

Eastwell, K.C. and Nelson, M.E., 2007: Occurrence of Viroids in Commercial Hop (*Humulus lupulus* L.) Production Areas of Washington State. Plant Management Network 1-8.

Eastwell, C., Druffel, L., 2012: Complete genome organization of American hop latent virus and its relationship to carlaviruses. Arch. Virol. 157, 1403–1406.

Eastwell, K.C. and Barbara, D.J., 2009: Virus and Viroid Diseases. In: Field Guide for Integrated Pest Management in Hops, 1.edition, 28-33.

Kremheller, H. T., Rossbauer, G., and Ehrmaier, H. 1989. Reinfection of virus-free planted hop gardens with *Prunus* necrotic ringspot and hop mosaic virus. Effects of the virus infection upon the yield, alpha acids, and the disease symptoms of the various hop varieties. 133-136 in: Proc. Int. Workshop Hop Virus Dis. Giessen.

Pethybridge, S.J., Hay, F.S., Barbara, D.J., Eastwell, K.C., Wilson, C.R. (2008): Viruses and Viroids Infecting Hop: Significance, Epidemiology, and Management. Plant Disease 92 (3), 324-334.

Radisek, S., Jakse, J., Knapic, V., Pavlic-Nikolie, E., Matousek, J., Javornik, B. (2012): Outbreaks and management of hop stunt disease in Slovenia. In: Book of Abstracts. ISHS (International Society for Horticultural Science) III International Humulus Symposium, Zatec, Czech Re

Seigner, L., Kappen, M., Huber, C., Kistler, M., Köhler, D., 2008: First trials for transmission of Potato spindle tuber viroid from ornamental Solanaceae to tomato using RT-PCR and an mRNA based internal positive control for detection. Journal of Plant Diseases and Protection, 115 (3), 97–101.

## Dank

Wir danken Dr. Ken Eastwell für die Bereitstellung von Primerdaten und Positivkontrollen.

### 4.1.6 Forschungstätigkeiten zum vermehrten Auftreten von *Verticillium*-Infektionen



Abb. 4.4: Symptome der Hopfenwelke. (a) Welkeerscheinungen der Blätter. (b) Abgestorbene Hopfenrebe. (c) Braune Verfärbungen des vaskulären Gewebes. (d) Schwarzes Myzel als Dauerorgan produziert von *V. albo-atrum* und (e) Mikrosklerotien von *V. dahliae*.

## Zielsetzung

In der Hallertau sind gegenwärtig einige Gebiete sehr stark von der Welke betroffen. Neben Stockfäule oder Fusarium-Pilzen gilt der Quarantäne-Organismus *Verticillium*, insbesondere *Verticillium albo-atrum*, seltener *Verticillium dahliae* eindeutig als Hauptursache für Welkesymptome. Weitaus aggressivere *Verticillium*-Rassen als in den siebziger und achtziger Jahren befallen nun dort das gesamte Sortenspektrum. Im Gegensatz zu anderen Pilzkrankheiten bei Hopfen wie dem Echten Mehltau, Peronospora oder Botrytis, die witterungsbedingt jährlich oft unterschiedlich stark auftreten und für deren Bekämpfung wirksame Fungizide zur Verfügung stehen, ist die Ausgangssituation zur Kontrolle der Welke aufgrund verschiedener Faktoren besonders schwierig. Ist das bodenbürtige Pilzpathogen erst einmal in einem Hopfengarten etabliert, kann dieses selbst bei vollständiger Rodung der Fläche und nachfolgendem Anbau von neutralen, wirtsunspezifischen Zwischenfrüchten fünf (*V. albo-atrum*) bzw. 15 (*V. dahliae*) Jahre ohne Wirt überdauern. Entgegen einer beispielsweise natürlichen Ausbreitung des Echten Mehltaus über Wind kann neben einer unzureichenden Säuberung und Desinfektion von mit Bodenresten verunreinigten Maschinen speziell der Austausch von infizierten Pflanzenmaterial als Mitursache für die Verbreitung der Hopfenwelke gesehen werden.

Daher ist es die Intension dieses Forschungsprojektes, zum einen über die Etablierung eines Diagnoseschnelltests der Hopfenpraxis sichere Informationen über die Ursache der Welkeerscheinungen zu geben, als auch mögliche latente Infektionsherde im Fehsermaterial rechtzeitig zu detektieren.

Da es weltweit auf dem Gebiet der Welkebekämpfung keine effektiven, umweltverträglichen Pflanzenschutzverfahren gibt, befassen wir uns in einem weiteren Schwerpunkt der laufenden *Verticillium*-Arbeiten mit einer präventiven „biologischen“ Bekämpfungsstrategie, nämlich der Überprüfung der Eignung verschiedener Bakterien als biologische Gegenspieler zum *Verticillium*-Pilz.

## Methoden

Als Ersatz für die bisherige diagnostische Methodik, bei der der *Verticillium*-Pilz vor der molekularen Analyse erst sehr zeit- und arbeitsaufwendig aus den Hopfenreben in Medien angezogen und nachfolgend erst die DNA extrahiert wurde, war es wichtig, nun ein Verfahren zu etablieren, in dem der Pilz direkt aus der Rebenprobe detektiert werden kann. Hierzu wurde ein Homogenisator mit diversen Keramik-Glas-Matrices in Kombination mit kommerziellen Isolationskits auf deren Eignung hin überprüft. Um *V. albo-atrum* und *V. dahliae* simultan detektieren zu können, galt es, einen multiplex real-time PCR –Assay zu entwickeln. Aus Ergebnissen der bisherigen AFLP (amplified fragment length polymorphism)-Analyse mit der über internationale Referenzisolate eindeutig spezielle Fragmente letalen *Verticillium*-Formen zugeordnet werden konnten, wurde über Klonierungs- und Sequenzierungsschritte versucht, SCAR- (sequence characterized amplified regions) Marker zur Identifizierung der letalen Rassen zu entwickeln.

Bei der Suche nach geeigneten biologischen Gegenspielern wurden vier Bakterienstämme der Gattungen *Burkholderia*, *Serratia*, *Pseudomonas* und *Stenotrophomonas* ausgewählt, die sich auf Grund ihrer bereits bekannten positiven antagonistischen Eigenschaften bei anderen Kulturen, wie z.B. Zuckerrüben oder Erdbeeren, bewährt haben. In einem ersten Schritt galt es, die Kolonisierung der Bakterien an und in der Wurzel nachweisen zu können. Dafür wurden Pflanzen der Sorte „Hallertauer Tradition“ in eine Bakterien-Suspension eingetaucht und nach vier Wochen mittels Ausplattierung und mikroskopischer Untersuchungen (Confocal Laser Scanning Microscopy = CLSM) nachgewiesen.

## Ergebnis

Als wichtigstes Ergebnis in diesem Projekt konnte erstmals bei Hopfen ein Pathogenschnelltest auf molekularer Basis erfolgreich etabliert werden, der in Kürze erscheinen wird (in press: “Real-time PCR assay to detect *Verticillium albo-atrum* and *V. dahliae* in hops: development and comparison with a standard PCR method”, Katja A. Maurer, Sebastjan Radišek, Gabriele Berg, Stefan Seefelder, Journal of Plant Diseases and Protection). Zum Nachweis des Quarantäneorganismus *Verticillium* verkürzt die neue

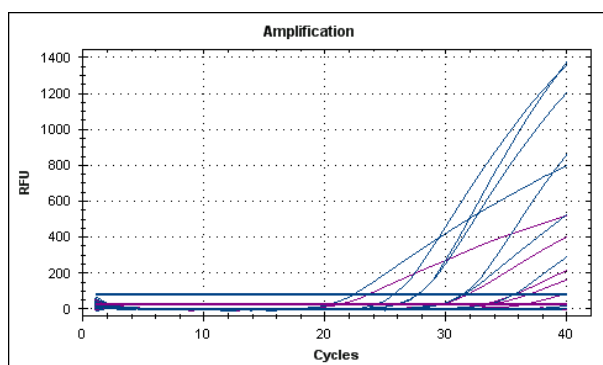


Abb. 4.5: Ergebnis einer multiplex real-time PCR zum Nachweis von *V. albo-atrum* (blau) und *V. dahliae* (violett)

Methodik die herkömmliche Kultivierungsmethode von einigen Wochen auf einen Tag. Außerdem wurden damit in einem direkten Vergleich der Verfahren auch 16,7 % mehr *Verticillium* infizierte Hopfenreben erfasst. Speziell in einigen phänotypisch gesunden Hopfenpflanzen konnte nur mit der neuen Methode der Pilz nachgewiesen werden. Über diese real-time-Technik ist in Zukunft auch der simultane Nachweis von *V. albo-atrum* und *V. dahliae* möglich (Abb. 4.5).

Vier AFLP-Fragmente, die typisch für letale *Verticillium*- Isolate sind, bereiten gegenwärtig Probleme, diagnostische Marker zu transformieren. Eine Ursache scheint in den sehr geringen detektierbaren genetischen Unterschieden zwischen den milden und letalen *Verticillium*-Formen zu liegen. Der dabei zugrundeliegende Schnittstellen-Polymorphismus ist oft nur auf einen SNP (single nucleotide polymorphism) zurückzuführen. Die Kolonisierung der Antagonisten konnte in der Rhizosphäre und Endosphäre mittels Reisolierung und mikroskopischer Untersuchungen erfolgreich nachgewiesen werden (Abb. 4.6), wobei *Burkholderia* die höchste Zelldichte besitzt.

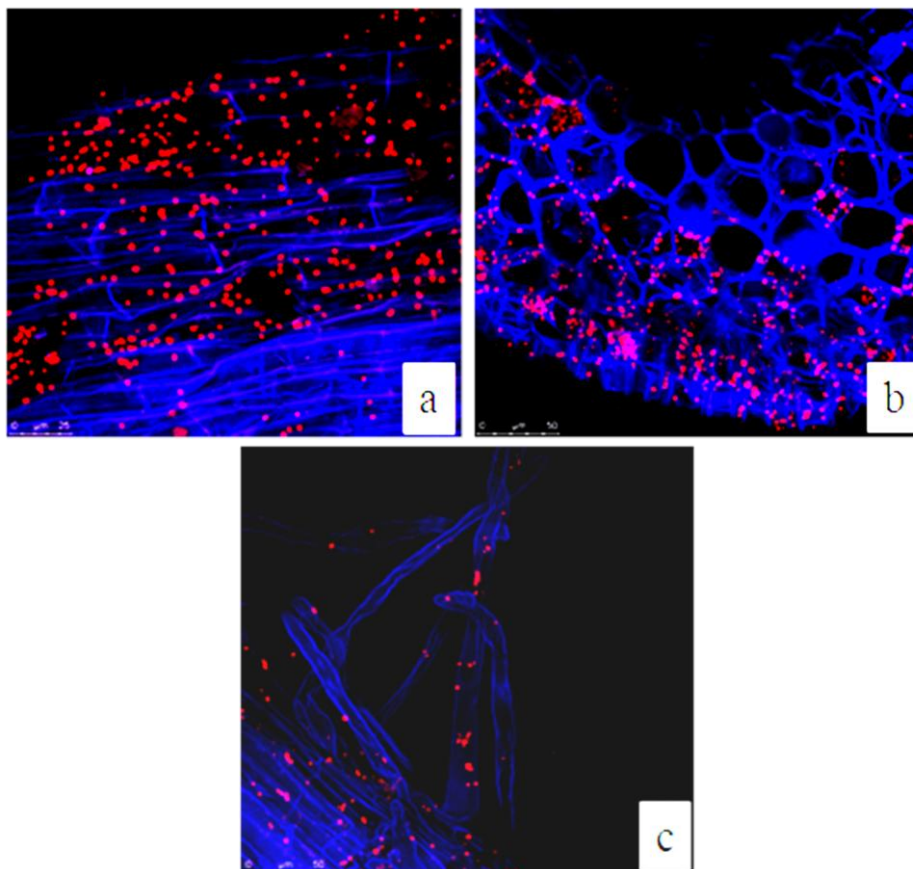


Abb. 4.6: Wurzelquerschnitt 6 Tage nach Inokulation. Nachweis der erfolgreichen Besiedelung von *Burkholderia terricola* (rote Zellen) an der Rhizosphäre (a), Endosphäre (b) und den Wurzelhärchen (c) der Sorte Hallertauer Tradition

### Ausblick

Nach erfolgreicher Bakterienbesiedelung wird gegenwärtig die Interaktion von mit Bioantagonisten angeimpften Hopfenpflanzen und nachfolgend künstlich infizierter *Verticillium*-Stämme im Gewächshaus überprüft. In Anbetracht der dramatischen *Verticillium*-Situation in der Hallertau wird nun parallel zu den laufenden Labor- und Gewächshausversuchen der für einen Zeitraum von 5 Jahren geplante Freilandversuch auf je 0,2 ha Hersbrucker Spät und 0,2 ha Hallertauer Tradition vorgezogen. Zur Unterstützung der Selektion von Welke-toleranten Zuchtstämmen wird, neben dem Screening von Zuchtmaterial auf nachweislich mit letalen Formen verseuchter Freilandfläche, gegenwärtig auch am Aufbau eines künstlichen *Verticillium*-Toleranzscreenings im Gewächshaus gearbeitet. Im Gegensatz zu Freilandversuchen, bei denen aufgrund unterschiedlichen Pathogendrucks langwierige, mehrjährige Selektionsprozesse nötig sind, lässt eine künstliche *Verticillium*-Infektion mit Isolatdefinierten Virulenz schon nach kürzester Zeit gesicherte Aussagen über echte „*Verticillium*-Toleranz“ erwarten.



## 5 Hopfenbau, Produktionstechnik

LD Johann Portner, Dipl.-Ing. agr.

### 5.1 Nmin-Untersuchung 2012

Die Stickstoffdüngung nach DSN (Nmin) ist ein fester Bestandteil der Düngeplanung in den Hopfenbaubetrieben. 2012 beteiligten sich in den bayerischen Anbaugebieten Hallertau und Spalt 541 Betriebe oder 48,7 % an der DSN-Untersuchung. Dabei wurden 3.023 Hopfengärten auf den Nmin-Gehalt untersucht und eine Düngeempfehlung erstellt.

In der nachfolgenden Tabelle ist die Entwicklung der Zahl der Proben zur Nmin-Untersuchung zusammengestellt. Der durchschnittliche Nmin-Gehalt in den bayerischen Hopfengärten war 2012 mit durchschnittlich 74 kg N/ha (Vorjahr: 76 kg) fast identisch mit den Werten des Vorjahres. Die davon abgeleitete durchschnittliche Düngeempfehlung lag bei 157 kg N/ha.

Wie jedes Jahr waren auch wieder größere Schwankungen zwischen den Betrieben und innerhalb der Betriebe zwischen den einzelnen Hopfengärten und Sorten festzustellen. Eine individuelle Untersuchung ist daher zur Bestimmung des Düngeoptimums unerlässlich.

Tab. 5.1: Nmin-Untersuchungen, Nmin-Gehalte und Düngeempfehlungen der Hopfengärten in Bayern im Verlauf der Jahre

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	1.031	95	
1989	2.523	119	
1990	3.000	102	
1991	2.633	121	
1992	3.166	141	130
1993	3.149	124	146
1994	4.532	88	171
1995	4.403	148	127
1996	4.682	139	123
1997	4.624	104	147
1998	4.728	148	119
1999	4.056	62	167
2000	3.954	73	158
2001	4.082	59	163
2002	3.993	70	169
2003	3.809	52	171
2004	4.029	127	122
2005	3.904	100	139
2006	3.619	84	151
2007	3.668	94	140
2008	3.507	76	153
2009	3.338	85	148
2010	3.610	86	148
2011	3.396	76	154
2012	3.023	74	157

In der nächsten Tabelle sind für die bayerischen Anbauggebiete auf der Basis der Landkreise die Zahl der untersuchten Hopfengärten, der durchschnittliche  $N_{min}$ -Wert sowie die daraus errechnete durchschnittliche Stickstoffdüngempfehlung zusammengestellt. Die Aufstellung zeigt, dass die höchsten  $N_{min}$ -Werte im Anbauggebiet Spalt zu finden sind. In der Hallertau wurden die niedrigsten Werte im Landkreis Freising gemessen.

Tab. 5.2: Zahl, durchschnittliche  $N_{min}$ -Gehalte und Düngempfehlungen der Hopfengärten nach Landkreisen bzw. Regionen in Bayern 2012

Landkreis bzw. Region	Probenzahl	$N_{min}$ kg N/ha	Düngempfehlung kg N/ha
Spalt (ohne Kinding)	71	102	118
Eichstätt (mit Kinding)	232	84	152
Kelheim	1.141	74	158
Pfaffenhofen	1.080	74	158
Landshut	143	70	156
Hersbruck	47	69	147
Freising	309	67	162
<b>Bayern</b>	<b>3.023</b>	<b>74</b>	<b>157</b>

In der folgenden Tabelle sind die Werte nach Sorten aufgelistet und nach Höhe der Düngempfehlung sortiert.

Tab. 5.3: Zahl, durchschnittliche  $N_{min}$ -Gehalte und Düngempfehlung bei verschiedenen Hopfensorten in Bayern 2012

Sorte	Probenzahl	$N_{min}$ kg N/ha	Düngempfehlung kg N/ha
Herkules	496	67	176
Nugget	36	59	172
Hall. Magnum	496	70	161
Saphir	43	72	155
Hall. Taurus	216	81	154
Perle	573	75	153
Hall. Tradition	550	80	151
Northern Brewer	44	74	150
Hallertauer Mfr.	210	66	147
Hersbrucker Spät	170	81	147
Spalter Select	124	84	147
Spalter	37	101	113
Sonstige	28	72	133
<b>Bayern</b>	<b>3.023</b>	<b>74</b>	<b>157</b>

## 5.2 Tastversuch mit verschiedenen Nährstofflösungen zum ersten Hopfenputzen

### Ausgangssituation, Problemstellung und Zielsetzung

Das Hopfenputzen fördert die angeleiteten Haupttriebe und hat eine phytosanitäre Wirkung. Dabei werden ab einer Wuchshöhe von 2 m die unteren Blätter und Seitentriebe der Hopfenrebe sowie neu austreibende Bodentriebe entfernt. In der Hallertau werden meist stickstoffhaltige Lösungen zum Hopfenputzen verwendet. Zur Wirkungsverstärkung können Haftmittel oder bei Bedarf Spurennährstoffdünger zugegeben werden. Um die Aggressivität dieser Mischung nochmals zu verstärken, wird bei gleichzeitiger Unkrautbekämpfung das Herbizid „Lotus“ beigemischt. Da Lotus nicht in Exporthopfen in die USA eingesetzt werden darf und der Einsatz von Lotus im Jahr 2013 letztmalig möglich ist, sollten im Rahmen eines Tastversuchs Alternativen erprobt werden, die die Aggressivität der Düngertlösungen in ähnlicher Weise verstärken.

### Versuchsplan

Im Hopfenzuchtgarten am Standort Rohrbach wurde an den Sorten Hallertauer Magnum und Saphir die in nachfolgender Tabelle dargestellten Nährstofflösungen mit einer Aufwandmenge von 400 l/ha zum Hopfenputzen getestet. Die Standardlösung bestand aus 266 l Wasser und 133 l AHL. Zur Wirkungsverstärkung wurden das von der Firma AlzChem produzierte Cyanamid „Dormex“ (Alzodef) und eine neue N-Düngerlösung mit dem Handelsnamen „InnoFert Hopfen flüssig“ erprobt. Dabei handelt es sich um eine Ammonium-Nitratlösung (AN-Lösung) mit einem Nährstoffgehalt von 7,5 %  $\text{NH}_4\text{-N}$  und 7,5 %  $\text{NO}_3\text{-N}$ . Außerdem stand eine 30 %ige Magnesiumchlorid-Lösung zur Verfügung, die z.B. im Biokartoffelanbau zur Krautabtötung verwendet wird. Magnesiumchlorid ( $\text{MgCl}_2$ ) lässt sich mit dem Faktor 0,423 in pflanzenverfügbares Magnesiumoxid ( $\text{MgO}$ ) umrechnen. Bei allen Varianten, außer bei Variante II und IX, wurde der Spreiter Break Thru verwendet, der sich zur Wirkungsverbesserung beim Hopfenputzen als Zusatz bewährt hat. Den Lösungen VIII und IX wurden außerdem die Spurennährstoffdünger Zink (0,3 %) bzw. Bor (0,2 %) zugemischt. In der Tabelle sind die die ausgebrachten Nährstofflösungen mit den -mengen in kg/ha bzw. g/ha angegeben.

Tab. 5.4: Versuchsplan mit Aufwandmengen und Nährstoffmengen je ha

Variante	Aufwandmenge 400 l/ha						Nährstoffe/ha
I	unbehandelt						
II	80 ml Lotus	266 l Wasser	133 l AHL				48 kg N
III		266 l Wasser	133 l AHL	6 l Alzodef (1,5 %ig)		150 ml Break Thru	48 kg N
IV		266 l Wasser	133 l AHL	8 l Alzodef (2 %ig)		150 ml Break Thru	48 kg N
V		266 l Wasser	133 l AHL	12 l Alzodef (3 %ig)		150 ml Break Thru	48 kg N
VI		200 l Wasser	200 l InnoFert	8 l Alzodef (2 %ig)		150 ml Break Thru	36 kg N
VII		133 l Wasser	133 l AHL	8 l Alzodef< (2 %ig)	133 l MgCl <sub>2</sub> (33 %ig)	150 ml Break Thru	48 kg N 17 kg MgO
VIII		133 l Wasser	133 l AHL		133 l MgCl <sub>2</sub> (33 %ig) 1,2 kg Zinksulfat 0,8 kg Borsalz	150 ml Break Thru	48 kg N 17 kg MgO 209 g Zn 170 g B
IX		133 l Wasser	133 l AHL		133 l MgCl <sub>2</sub> (33 %ig) 1,2 kg Zinksulfat 0,8 kg Borsalz	500 ml FCS Rapsöl	48 kg N 17 kg MgO 209 g Zn 170 g B

### Ergebnisse

Vergleicht man die Boniturergebnisse beider Sorten, ist ein ähnlicher Trend in den unterschiedlichen Varianten zu erkennen. Allerdings fiel die Wirkung bei Hall. Magnum deutlich gegenüber Saphir ab. Überraschenderweise konnten auch die Varianten mit dem Herbizid Lotus nicht überzeugen. Die gewünschte Wirkung mit 80 % bei Blättern und Seitentrieben (mit der roten Linie markiert) konnten bei der Sorte Hall. Magnum in keiner Variante erreicht werden. Dagegen wurden bei der Sorte Saphir in allen Varianten bis auf Parzelle IX eine gute Wirkung erzielt. In den Parzellen VIII und IX zeigt das Netzmittel Break Thru zum Hopfenputzen mit Nährlösungen, wie bereits im letzten Jahr, Vorteile gegenüber dem Zusatz von Rapsöl.

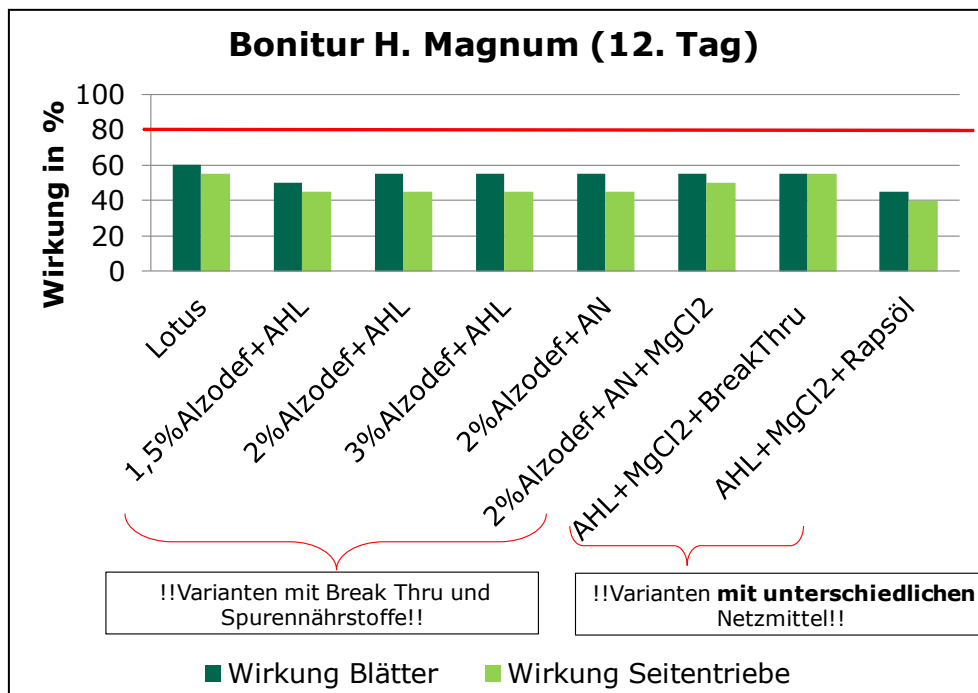


Abb. 5.1: Wirkung bei der Sorte Hallertauer Magnum

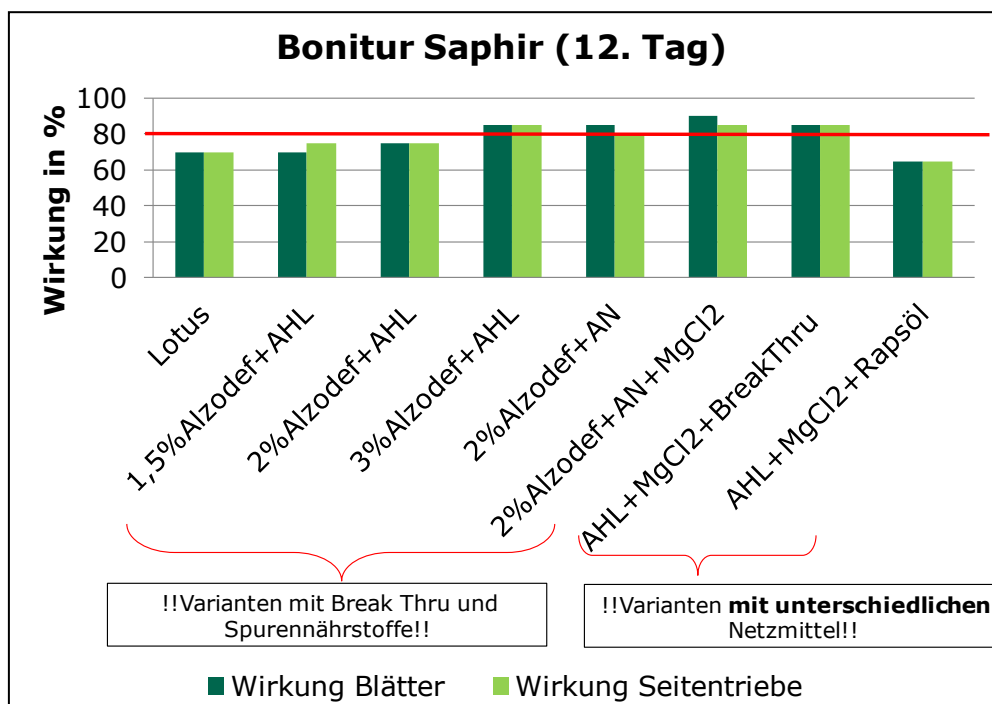


Abb. 5.2: Wirkung bei der Sorte Saphir

## Diskussion

Erste Tastversuche am Hopfenforschungszentrum Hüll haben gezeigt, dass die Ätzwirkung von AHL durch den Zusatz von Cyanamid-Präparaten verstärkt werden kann. Für die Anwendung von „Dormex“, das früher bereits unter dem Namen „Alzodef“ zum Hopfenputzen eingesetzt wurde, besteht aber derzeit keine Zulassung. Die neue Ammonium-Nitrat Lösung „InnoFert Hopfen flüssig“ kann eine Alternative zum AHL darstellen. Durch die Zumischung der MgCl<sub>2</sub>-Lösung konnte v.a. die Ätzwirkung an den Triebspitzen verstärkt werden.

Das Netzmittel mit dem besseren Wirkungsergebnissen war Break-Thru. Gute Wirkungen in Kombination mit Nährstofflösungen sind aber nur bei der Anwendung nach Niederschlägen und einer intensiven Sonneneinstrahlung ohne zwischenzeitlichen Regen möglich. Die Erfahrung zeigt, dass bei der Applikation ein feines Tropfenspektrum erzeugt werden muss, damit Blätter und Seitentriebe gleichmäßig benetzt werden. Bei der Sorte Hall. Magnum war die Aufwandmenge von 400 l/ha durch das üppige Wachstum zu gering bemessen. Dadurch konnten keine zufriedenstellende Benetzung und Wirkung erreicht werden. Die Erkenntnis, dass bei der Verwendung von Nährstofflösungen zum Hopfenputzen mit Steigerung der Aufwandmenge je ha auch ein besseres Wirkungsergebnis erzielt wird, muss durch weitere Versuche bestätigt werden. Natürlich muss dabei der Nährstoffbedarf der Pflanze im Auge behalten werden.

### 5.3 Optimierung der Trocknungsleistung von Hopfen im Bandtrockner

#### Ausgangssituation und Zielsetzung

Bei den Versuchen zur Optimierung der Hopfentrocknung in Hordendarren und Bandtrocknern konnte aufgezeigt werden, dass die richtige Luftgeschwindigkeit in Abhängigkeit von Schütthöhe und Trocknungstemperatur den größten Einfluss auf die Trocknungsleistung in kg Trockenhopfen pro m<sup>2</sup> Trocknungsfläche und Stunde Trocknungszeit hat.

In einem Praxisbetrieb konnte in den letzten Jahren beim Bandtrockner für die Schütthöhe und den Volumenstrom der Trocknungsluft die Grundeinstellung optimiert werden, wodurch es gelang, die Trocknungsleistung gegenüber früherer Jahre um ca. 20 zu erhöhen.

2012 sollte durch Ermittlung der Trocknungsleistung über die gesamte Erntedauer untersucht werden, inwieweit bei gegebener Dimensionierung von Heiz- und Luftleistung eine weitere Steigerung der Trocknungsleistung möglich ist.

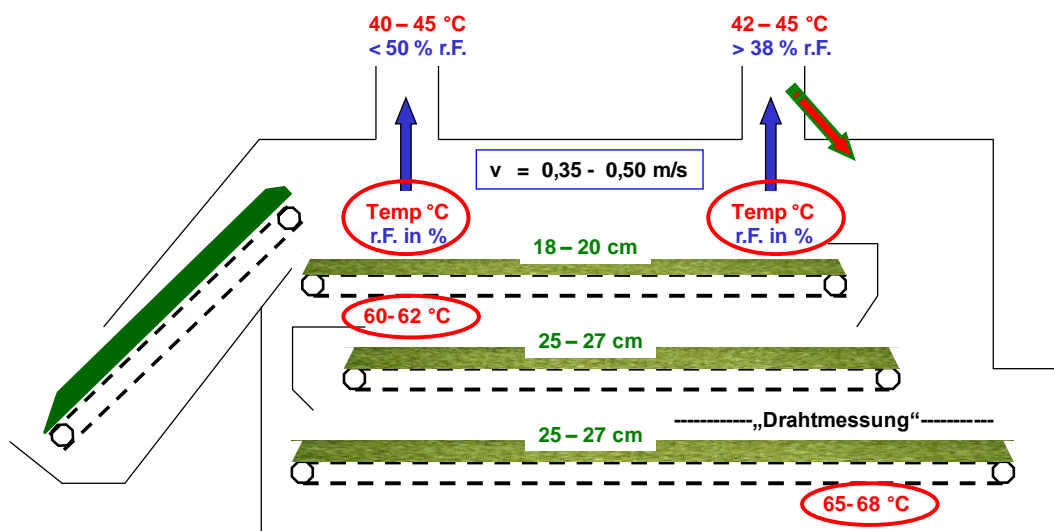


Abb. 5.3: Messpunkte und Grundeinstellungen des Bandtrockners im Praxisbetrieb

## **Methode**

Zur Erfassung des IST-Zustandes wurden alle relevanten Einstellungen und Messwerte in einem Trocknungsprotokoll dokumentiert. Der Bandtrockner des Praxisbetriebes hatte 3 übereinander liegende Trocknungsbänder mit je 18 m<sup>2</sup> Trocknungsfläche. Unterschiedliche Bandgeschwindigkeiten ergaben auf der obersten Lage eine Schütthöhe von 18-20 cm und 25-27 cm auf den beiden unteren Bändern. Die Trocknungstemperatur betrug 65-68 °C beim Eintritt in das untere Trocknungsband. Die Öffnungen der seitlichen Luftzufuhrkanäle wurden so eingestellt, dass in der oberen Lage noch eine Trocknungstemperatur von 60-62 °C herrschte. Über frequenzgeregelter Ventilatoren in den 2 Abluft-Kaminen wird die feuchte Luft aus dem Bandtrockner abgesaugt. Erfahrungsgemäß werden mit diesem Bandtrockner bei den oben beschriebenen Schütthöhen und Trocknungstemperaturen die besten Trocknungsleistungen erzielt, wenn die relative Feuchte beim 1. Abluft-Kamin maximal 45 % beträgt. Dadurch ist garantiert, dass das aus den Dolden entzogene Wasser möglichst schnell abtransportiert wird. Im 2. Abluft-Kamin sollte die relative Feuchte nicht unter 38 % fallen, da sonst der Heizölverbrauch stark ansteigt. Bei den optimierten betrieblichen Einstellungen betrug die durchschnittlich gemessene Temperatur beim 1. Abluft-Ventilator 42 °C und beim 2. Abluft-Ventilator 45 °C.

Über eine „Drahtmessung“ im Hopfen im untersten Band wurde die gewünschte Feuchtigkeit des fertig getrockneten Hopfens eingestellt. Der vorgegebene Sollwert konnte durch Veränderung der Bandgeschwindigkeit erreicht werden.

Während der Ernte 2012 erfolgte die Trocknung mit der o.g. Grundeinstellung. Über die gesamte Trocknungszeit wurden die Temperatur, Schütthöhe und der Volumenstrom der Trocknungsluft nicht verändert.

Über Transportbänder gelangte der fertig getrocknete Hopfen vom Bandtrockner in zwei zur Verfügung stehende Konditionierungskammern. Zeitpunkt und Dauer der Befüllung jeder einzelnen Kammer (K1-K21) wurden in einem Trocknungsprotokoll dokumentiert. Der konditionierte Hopfen wurde beim Absacken gewogen. Über die Hopfenmenge konnte die Trocknungsleistung in kg Trockenhopfen pro m<sup>2</sup> Trocknungsfläche und Stunde Trocknungszeit bzw. Befüllzeit der jeweiligen Konditionierungskammer ermittelt werden.

## **Ergebnisse**

Im Bandtrockner wurden bei gleicher Schütthöhe und gleichbleibender Einstellung der Ansaugöffnung des Gebläses stets unterschiedliche Trocknungsleistungen ermittelt. Begründet ist dies u.a. im unterschiedlichen Schüttgewicht des Grünhopfens und der sich daraus ergebenden Luftgeschwindigkeit. Innerhalb einer Sorte ändert sich das Schüttgewicht in Abhängigkeit von Witterung, Reifezeit, Wachstumsbedingungen und Feuchtegehalt.

Interessant ist auch das unterschiedliche Trocknungsverhalten der jeweiligen Sorten. Bei gleicher Grundeinstellung betrug die durchschnittliche Trocknungsleistung bei den beiden Aromasorten Hallertauer Tradition und Perle jeweils 5,99 kg und bei der Bitterstoffsorte Hallertauer Magnum 6,83 kg pro m<sup>2</sup> Trocknungsfläche und Stunde Trocknungszeit. Bei den Aromasorten errechneten sich Unterschiede zwischen der niedrigsten und höchsten Trocknungsleistung von 26 % und bei der Sorte Hallertauer Magnum sogar von über 50 %.

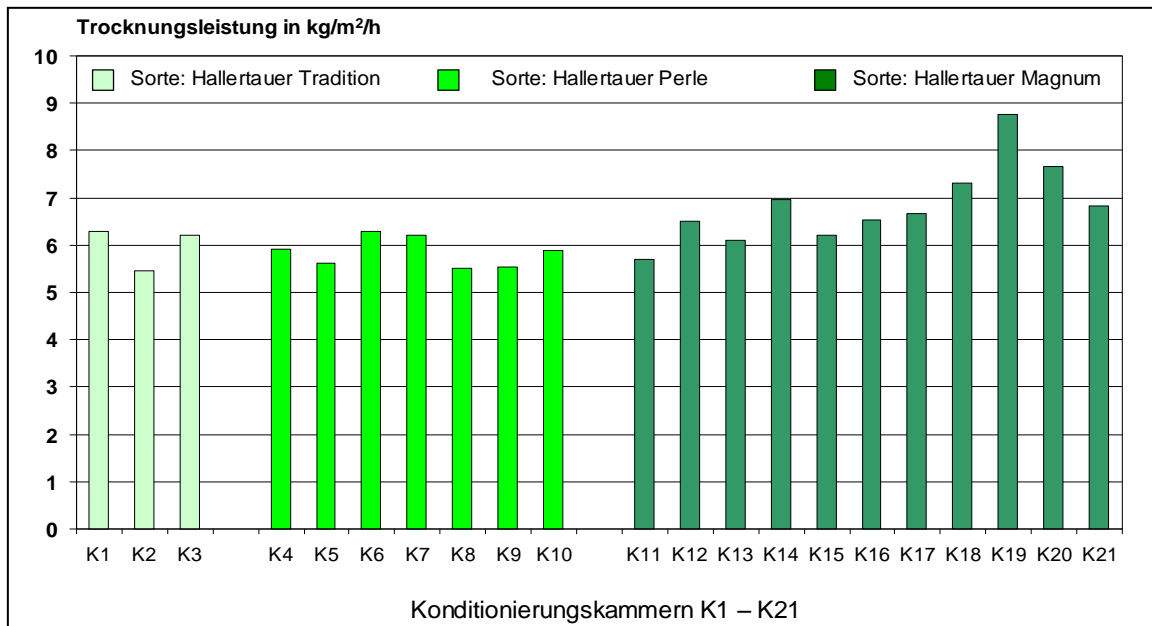


Abb. 5.4: Trocknungsleistung der Sorten Hall. Tradition, Perle und Hall. Magnum bei gleichbleibender Schütthöhe und sich daraus resultierenden unterschiedlichen Luftgeschwindigkeiten im Bandrockner

### Folgerung und Ausblick

Durch Entwicklung bzw. Einbau eines Messsystems zur kontinuierlichen Ermittlung der Luftgeschwindigkeit – ähnlich wie bei Hordendarren – könnte man sehr schnell ermitteln, bei welchen Luftgeschwindigkeiten die höchsten Trocknungsleistungen erzielt werden. Da die Geschwindigkeit der durchströmenden Luft von der Schütthöhe abhängt, könnte beim Bandrockner über eine stetige Anzeige der aktuellen Luftgeschwindigkeit die optimale Trocknungsleistung allein durch Anpassung der Schütthöhe und somit der Luftgeschwindigkeit geregelt werden.

## 5.4 LfL-Projekte im Rahmen der Produktions- und Qualitätsinitiative

Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft lässt in den Jahren 2009 bis 2013 im Rahmen einer Produktions- und Qualitätsoffensive für die Landwirtschaft in Bayern, repräsentative Ertrags- und Qualitätsdaten ausgewählter landwirtschaftlicher Kulturen erheben, erfassen und auswerten. Für den IPZ-Arbeitsbereich Hopfen führt diese Tätigkeiten der Verbundpartner Hopfenring e.V. durch. Nachfolgend werden die Zielsetzung der Hopfenprojekte kurz beschrieben und die Ergebnisse aus 2012 zusammengefasst.

### 5.4.1 Jährliche Erhebung, Untersuchung und Auswertung von Qualitätsdaten von Hopfen nach der Ernte

#### „Alpha-Express“

In der Ernte 2012 wurden 600 erntefrische Hopfenmuster noch am selben Tag auf den Alphagehalt untersucht. Aus den täglich aktuellen Ergebnissen können Rückschlüsse auf die Erntereife des Hopfens bei den jeweiligen Sorten gezogen und Beratungshinweise zum optimalen Erntezeitpunkt gegeben werden.



## **Ergebnisse der Neutralen Qualitätsfeststellung (NQF)**

Die im Rahmen der Neutralen Qualitätsfeststellung erhobenen Qualitätsdaten liefern wertvolle Aussagen über die Hopfenqualität des jeweiligen Jahrgangs und geben Hinweise auf Krankheits- und Schädlingsbefall, produktionstechnische Fehler oder eine falsche Behandlung des geernteten Hopfens. Nach Auswertung von 9.133 Partiedaten aus ganz Bayern konnte ein überdurchschnittlich starker Befall durch die Gemeine Spinnmilbe und mit Botrytis festgestellt werden. Bei den neu festgelegten Kriterien Farbe und Geruch wiesen 80,9 % der Partien in der Hallertau auffällige Farbveränderungen auf. Weggefallen sind die Kriterien angenehme und geschädigte Dolden sowie Überdarrung.

### **5.4.2 Jährliche Erhebung und Untersuchung des Schädlingsbefalls in repräsentativen Hopfengärten in Bayern**

Zur Einschätzung des Krankheits- und Schädlingsbefalls für die Festlegung von Beratungsaussagen und Bekämpfungsstrategien sind repräsentative, zeitnahe und exakte Bonituren bzw. Untersuchungen hinsichtlich des Befalls notwendig. Ergebnisse dazu liefert der Hopfenring im Rahmen eines Monitorings zur Erhebung des Blattlaus-, Spinnmilben- und Virusbefalls.

### **5.4.3 Betreuung von Adcon-Wetterstationen für die Peronospora-Prognose im Hopfenbau**

Aufgabe des Hopfenrings in diesem Projekt ist das Aufstellen, Warten und Betreiben von Adcon-Wetterstationen an den 7 Peronospora-Prognosestandorten in der Hallertau (5), Spalt (1) und Hersbruck (1). Hierbei müssen die Witterungsdaten täglich ausgewertet und ein Index für die Peronosporabefallswahrscheinlichkeit errechnet werden. Der übermittelte Index ist für die LfL notwendig, um an den 3 Exaktversuchsstandorten einen Vergleich der Bekämpfung der Peronospora-Sekundärinfektion nach dem bisherigen Warndienstmodell und dem Adcon-Witterungsmodell durchführen zu können.

Im Versuchsjahr 2012 wurde mit den in den Vorjahren angehobenen Indexwerten weitergearbeitet, welche eine Differenzierung in „vor der Blüte“ und „nach der Blüte“ berücksichtigen.

Als Ergebnis aus 2012 kann festgestellt werden, dass am Versuchsstandort Speikern (Hersbruck) nach dem bisherigen LfL-Warndienstmodell sowohl für tolerante als auch für anfällige Sorten über die ganze Saison nur eine Behandlung gegen Peronospora notwendig war. Nach dem vorläufigen Adcon-Modell wurden dagegen bei der anfälligen Sorte HE 3 und bei der toleranten Sorte HT 2 Aufrufe generiert und die entsprechenden Behandlungen durchgeführt. Aufgrund der trockenen Witterung und des sehr niedrigen Sporenflugs in der Region Hersbruck war im Jahr 2012 eine Peronosporabehandlung nach LfL-Warndienstmodell bei allen Sorten ausreichend. Es konnte in keiner Versuchsparzelle ein Befall weder bei der Freilandbonitur noch bei der Doldenbonitur in den Erntemustern festgestellt werden.

Am Versuchsstandort Eschenhart wurde der Indexwert (0,22) nur ein einziges Mal erreicht worauf am 10.7. für die Adcon Parzelle ein Aufruf mit einer Behandlung erfolgte. Bei der Auswertung der Ernteergebnisse waren hier keine Unterschiede festzustellen, beide Versuchspartzen waren befallsfrei.

Am Versuchsstandort Aiglsbach wurden in der Adcon Parzelle erstmalig seit Versuchsbeginn im Jahre 2008 weniger Aufrufe generiert als nach dem LfL-Warndienstmodell. Ursache hierfür ist im Jahr 2012 der 5-wöchige Ausfall der Adcon-Wetterstation. Diese war vom 5. Juli bis 14. August nicht voll funktionsfähig.

Bei anfälligen Sorten wurden deshalb nur 4 Aufrufe ausgelöst im Gegensatz zum LfL-Warndienst mit 6 Spritzaufrufen. Bei der toleranten Sorte HT führte dieser Ausfall nur zu einem Aufruf im Gegensatz zur LfL-Parzelle mit 3 Aufrufen. Aufgrund der besonderen Witterungssituation 2012 ist es glücklicherweise zu keinen Ertrags- und Qualitätseinbußen gekommen.

Von den am Feld bonitierten Reben aus 3 Wiederholungen wurden bei der Pflücke Erntemuster gezogen und auf Doldenbefall untersucht. Bei jedem Doldenmuster werden ca. 500 Dolden nach schwach, mittel und starkem Peronosporabefall eingestuft und nach einem von der Mittelprüfung vorgegebenen Schlüssel das gewogene Mittel errechnet. Bei dieser Doldenbonitur hat sich 2012 an allen Standorten, bei allen Sorten und bei beiden Modellen kein messbarer Peronosporabefall ergeben.

## **5.5 Beratungs- und Schulungstätigkeit**

Neben der angewandten Forschung im Bereich der Produktionstechnik des Hopfenbaues hat die Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik (IPZ 5a) die Aufgabe, die Versuchsergebnisse für die Praxis aufzubereiten und den Hopfenbauern direkt durch Spezialberatungen, Unterricht, Arbeitskreise, Schulungen, Seminare, Vorträge, Printmedien und über das Internet zur Verfügung zu stellen. Die Organisation und Durchführung des Peronosporawarndienstes und die Aktualisierung der Warndiensthinweise gehören ebenso zu den Aufgaben wie die Zusammenarbeit mit den Hopfenorganisationen oder die Schulung und fachliche Betreuung des Verbundpartners Hopfenring.

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

### **Informationen in schriftlicher Form**

- Das „Grüne Heft“ Hopfen 2012 – Anbau, Sorten, Düngung, Pflanzenschutz, Ernte wurde gemeinsam mit der Arbeitsgruppe Pflanzenschutz in Abstimmung mit den Beratungsstellen der Bundesländer Baden-Württemberg, Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt aktualisiert und in einer Auflage von 2.535 Stück von der LfL an die ÄELF und Forschungseinrichtungen und vom Hopfenring Hallertau an die Hopfenpflanzer verteilt.
- Über das Ringfax des Hopfenringes (2012: 54 Faxe in der Hallertau + 5 für Spalt + 3 für Hersbruck à 1074 Teilnehmer) wurden in 34 Faxen aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstaufrufe an die Hopfenpflanzer verschickt.
- Für das Wetterfax des DWD wurden ebenfalls in unregelmäßigen Abständen aktuelle Informationen zur Verfügung gestellt.
- Im Rahmen der Nmin-Bodenuntersuchung wurden 3.023 Ergebnisse auf Plausibilität kontrolliert und zum Versand an die Hopfenpflanzer freigegeben.
- In 2 Hopfenring/ER-Rundschreiben und in 7 Monatsausgaben der Hopfen Rundschau wurden Beratungshinweise und Fachbeiträge für die Hopfenpflanzer veröffentlicht.
- Mit dem Erfassungs- und Auswertungsprogramm HSK wurden für die Ernte 2012 in 2 Arbeitskreisen von 253 Schlägen Schlagkarteiauswertungen durchgeführt und in schriftlicher Form an die Landwirte zurückgegeben.

### **Internet und Intranet**

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

### **Telefonberatung Ansagedienste**

- Der Peronospora-Warndienst wurde in der Zeit vom 08.05.-31.08.2012 von der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik in Wolnzach in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Pflanzenschutz in Hüll erstellt und zur Abfrage über den Anrufbeantworter (Tel. 08442/9257-60 u. -61) oder das Internet 80 Mal aktualisiert.
- Zu Spezialfragen des Hopfenbaus erteilten die Fachberater der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik in ca. 2.500 Fällen telefonische Auskunft oder führten Beratungen in Einzelgesprächen oder vor Ort durch.

### **Vorträge, Tagungen, Führungen, Schulungen und Versammlungen**

- 9 Schulungen für die Ringbetreuer des Verbundpartners Hopfenring
- wöchentlicher Erfahrungsaustausch während der Vegetationszeit mit den Ringfachberatern
- 9 Hopfenbauversammlungen in Zusammenarbeit mit den ÄELF
- 44 Fachvorträge
- 5 Versuchsführungen für die Hopfenpflanzer und die Hopfenwirtschaft
- 5 Tagungen, Fachveranstaltungen oder Seminare

### **Aus- und Fortbildung**

- Themenstellung und Prüfung von 3 Arbeitsprojekten im Rahmen der Meisterprüfung
- 16 Unterrichtsstunden an der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen für die Studierenden im Fach Hopfenbau
- 1 Schultag des Sommersemesters der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen
- Prüfungsvorbereitung und Prüfung von Auszubildenden der Landwirtschaft mit Schwerpunkt Hopfenbau an 2 Terminen
- 1 Informationsveranstaltung für Berufsschüler von Pfaffenhofen
- 6 Treffen des Arbeitskreises „Unternehmensführung Hopfen“

## 6 Pflanzenschutz im Hopfen

LD Wolfgang Sichelstiel, Dipl.-Ing. agr.

### 6.1 Schädlinge und Krankheiten des Hopfens

#### 6.1.1 Blattlaus

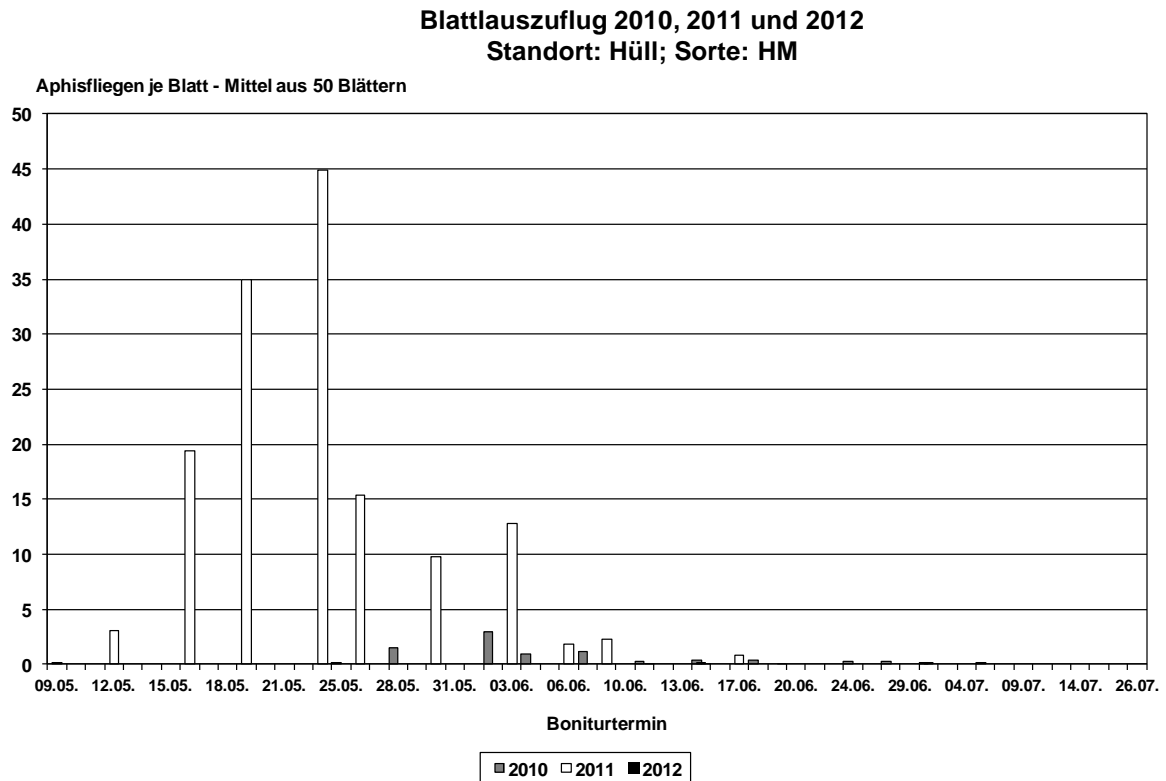


Abb. 6.1: Blattlauszuflug

Tab. 6.1: Schädlingsmonitoring in den Bayerischen Anbaugebieten an 30 Standorten

Datum	Blattläuse pro Blatt			Spinnmilben pro Blatt		
	Ø	min.	max.	Ø	min.	max.
04.06.	0,26	0,00	3,52	0,53	0,00	5,57
11.06.	0,22	0,00	3,30	1,19	0,00	11,37
18.06.	0,29	0,00	2,66	0,89	0,00	5,77
25.06.	0,27	0,00	1,92	1,04	0,00	6,03
02.07.	0,19	0,00	1,58	1,62	0,00	11,50
09.07.	0,35	0,00	4,04	1,22	0,00**	11,37*
16.07.	0,08	0,00	1,22	0,24	0,00	4,00
23.07.	0,03	0,00	0,54	0,09	0,00	0,93
	Hauptspritztermine 04. - 17.07. 21 Standorte ohne Behandlung			Hauptspritztermine 05.06 - 18.07. *an 14 Standorten Bekämpfungsschwelle überschritten ** 9 Standorte		

Die Hopfenblattlaus trat 2012 kaum auf. Der Zuflug war nur vereinzelt und äußerst schwach. In vielen Fällen konnte auf eine Behandlung gegen die Hopfenblattlaus ganz verzichtet werden. So waren zwei Drittel der im Rahmen des Schädlingsmonitoring beobachteten Hopfengärten vollkommen frei von Blattläusen. Auf einem Drittel der Flächen war leichter bis mäßiger Befall, der zumindest eine Sicherheitsspritzung rechtfertigte.

Die Gemeine Spinnmilbe dagegen hatte 2012 sehr günstige Bedingungen. Sie wanderte schon früh in die Bestände ein und konnte häufig nur mit zwei bis drei Behandlungen kontrolliert werden.

### 6.1.2 Peronospora

Tab. 6.2: Warndienst zu Peronospora und Echten Mehltau

Fax-Nr.	Datum	Hinweis Pero-Primär	Spritzaufrufe			Echter Mehltau
			anfällige Sorten	alle Sorten	späte Sorten	
17	10.04	xxx				
22	24.05	xx				
24	31.05.		Spritzaufruf hagelgeschädigte Bestände			
26	13.06.			x		anfällige
29	22.06		x			anfällige
31	02.07			x		
33	12.07		x			
36	27.07.			x		
38	08.08		x			
42	31.08				x	
Anzahl Spritzaufrufe			3 + 3	3	+1	2

## 6.2 Umfang und Bedeutung des Ökologischen Hopfenbaus in Deutschland und weltweit

### Einleitung

Der ökologische Hopfenanbau nach den Produktionsrichtlinien der Öko-Verbände stellt in Deutschland eine feste Größe dar. Und wie der konventionelle Hopfenanbau bewegt sich auch der Anbau von Öko-Hopfen in einem absoluten Weltmarkt, in dem sich die beiden großen Hopfenbaunationen Deutschland und USA um die Vorherrschaft zanken. Die weltweite Flächenentwicklung verläuft dabei seit einigen Jahren ausgesprochen dynamisch und wird zunehmend unübersichtlich. Daher wird in der Arbeitsgruppe IPZ 5b seit Dezember 2010 die globale Entwicklung des Öko-Hopfenbaus als Daueraufgabe genau beobachtet und versucht, aus allen Hopfenbaunationen ständig möglichst aktuelle Daten zu erhalten, die in einer Datenbank kontinuierlich gepflegt werden. Der Stand des Wissens zum Ende des Jahres 2012 wird hier vorgestellt.

Die Geschichte des Anbaues von Öko-Hopfen begann weltweit überhaupt erst Mitte der 1980er-Jahre in Bayern, als zunächst zwei Betriebe in der Hallertau und kurz darauf zwei fränkische Betriebe im damaligen Anbaugebiet 'Hersbrucker Gebirge' ihre konventionell bewirtschafteten Flächen auf ökologischen Anbau umstellten. Von diesen echten Pionieren sind auch heute noch drei Betriebe aktiv.

In den USA wurde der erste Öko-Hopfen im Jahr 2000 im Yakima Valley produziert und erfuhr seitdem einen rasanten Aufschwung – von den großen Hopfenfarmen in den USA bewirtschaften mittlerweile 10 % einen Teil ihrer Flächen nach ökologischen Standards. Und obwohl der Öko-Hopfenmarkt weltweit immer noch nur einen Bruchteil des konventionellen Hopfenmarktes ausmacht, schießen insbesondere in Nordamerika neue, vergleichsweise winzige 'Microbreweries', die qualitativ anspruchsvolles Öko-Bier produzieren, wie Pilze aus dem Boden. Dies betrifft vor allem auch die innovative 'craft brewer'-Szene der USA, die den weltweit operierenden Braukonzernen mit ihren Mainstream-Bieren in zunehmendem Maße mit einer enormen Vielfalt kleiner, lokaler, stark gehopfter Biertypen Konkurrenz macht. In diesem Zusammenhang findet man derzeit in den USA und Kanada auch eine zunehmend unübersichtliche Produktion von Öko-Hopfen, wobei häufig kleine Öko-Farmen auf einem acre (0,4047 ha) oder weniger auch Hopfen zur Direktvermarktung für die kleine Brauerei um die Ecke anbauen. Mittelfristig wird auf diese Weise wohl ein Markt von ökonomischer Bedeutung entstehen.

Ein Quantensprung für die Nachfrage nach Öko-Hopfen in den USA wurde aufgrund einer Gesetzesänderung zum 1. Januar 2013 erwartet. Zu diesem Datum haben sich - allerdings erst nach enormem öffentlichen Druck (TURNER et al. 2011) - die Richtlinien des 'National Organic Standards Board' (NOSB) geändert, die es bisher gestatteten, ein Bier in den USA als 'Öko-Bier' zu verkaufen, auch wenn ein einzelner Inhaltsstoff, der 5 % des Gesamtgewichtes nicht überschreiten darf, konventionell produziert wurde. Der geringe Hopfenanteil im Bier liegt weit unter dieser Grenze, doch mit Beginn 2013 wurde Hopfen von der Liste der hier erlaubten Inhaltsstoffe gestrichen und ein Bier kann nur noch bei Zusatz von Öko-Hopfen auch als Öko-Bier verkauft werden (GOLDMAN-ARMSTRONG 2011). Die 'American Organic Hop Grower Association' (AOHGA) hat auf die erwartete Nachfragesteigerung mit einer Verdreifachung der potentiell möglichen US-Öko-Hopfenfläche binnen drei Jahren reagiert (AOHGA 2011).

### **Flächenentwicklung und Statistik 2012**

In **Deutschland** haben 2012 acht Hopfenpflanzler – fünf in der Hallertau, zwei in Hersbruck und ein Betrieb in Tett nang – auf einer Gesamtfläche von 84,16 ha zertifizierten Öko-Hopfen produziert. Im Vergleich mit 2011 hat das eine Ausweitung von 3,1 ha bedeutet. Wichtigste Sorten waren 'Hallertauer Tradition' (24,03 ha), 'Spalter Select' (15,82 ha) und 'Perle' (14,45 ha). In Deutschland werden derzeit generell nur Aromasorten angebaut.

In **England** existieren momentan vier Öko-Hopfenpflanzler – je einer in Kent, Cornwall, Hampshire und den West Midlands – die insgesamt auf zertifizierten 16,72 ha alte englische Sorten wie 'Fuggle' oder 'Golding' sowie moderne Niedriggerüst-Zuchtsorten wie 'First Gold' oder 'Boadicea' anbauen.

In **Belgien** gibt es einen Pflanzler in Westflandern, der auf 13,93 ha bereits seit längerem zertifizierten Öko-Hopfen anbaut. Wichtigste Sorten waren bisher 'Challenger' und 'Kent Golding'.

In **Frankreich** hat ein Betrieb im Elsass im Jahr 2012 erstmals zertifizierten Öko-Hopfen auf insgesamt 12,33 ha produziert. Wichtigste Sorten waren 'Hallertauer Tradition', 'Strisselspalter' und 'Nugget'.

In **Österreich** gibt es derzeit zwei Öko-Hopfenpflanzler im Anbaugebiet Mühlviertel, die 2012 auf insgesamt 7,26 ha die Sorten 'Hallertauer Tradition', 'Spalter Select', 'Perle' und 'Malling' angebaut haben. Im Vergleich zu 2011 kam es zu einer Flächenausweitung von 2 ha.

In der **Tschechischen Republik** existieren drei Öko-Hopfenpflanzler – zwei im Anbaugesbiet Saaz, einer in Tirschitz – die 2012 auf erstmals zertifizierten 8,34 ha die Sorte 'Saazer' angebaut haben. Das Hopfenforschungsinstitut in Žatec hat daneben aktuell einen 2,25 ha-Garten der Sorte 'Premiant' in Umstellung, der 2014 erstmals zertifizierten Hopfen liefern wird.

In **Polen** gibt es derzeit einen zertifizierten Öko-Hopfenpflanzler im Anbaugesbiet Lublin, der auf 5,56 ha die Sorten 'Marynka' und – als einziger Öko-Pflanzler in Europa – die Hochalphasorte 'Hallertauer Magnum' anbaut.

In den **Niederlanden** gibt es einen Pflanzler in der Provinz Limburg, der auf 1,2 ha im Jahr 2012 erstmals zertifizierten Öko-Hopfen der Sorte 'Hallertauer Tradition' ausschließlich für eine Privatbrauerei produziert hat.

Auch in **Dänemark** gibt es in Zusammenhang mit einer kleinen Privatbrauerei auf Seeland einen zertifizierten Hopfengarten von 0,2 ha, in dem alte dänische Klone und einige aktuelle Sorten angebaut werden.

Der einzige europäische Öko-Hopfenpflanzler außerhalb der EU findet sich in der **Schweiz** bei Solothurn, der seit einigen Jahren auf 2,5 ha die Sorte 'Perle' anbaut.

Relativ unübersichtlich präsentiert sich die aktuelle Situation des Öko-Hopfenanbaues in den **USA**, was vor allem mit der bereits angesprochenen Gesetzesänderung zum 01.01.2013 zusammenhängt. Nach Angabe der AOHGA produzierten im Jahr 2010 insgesamt 27 US-Farmen Öko-Hopfen auf einer Gesamtfläche von 51 ha; zusätzlich lagen 43 ha bereits zertifizierter Hopfenfläche brach, und 45 ha befanden sich in Umstellung. Im Jahr 2011 standen somit insgesamt 125 ha zertifizierter Fläche zum Anbau zur Verfügung, die sich mit weiteren 22 ha in Umstellung bis 2012 auf 147 ha potentiell verfügbarer Öko-Hopfenanbaufläche summierten. Die 2011 tatsächlich genutzte Hopfenanbaufläche dürfte allerdings deutlich kleiner gewesen sein und geschätzt bei knapp 60 ha gelegen haben, was gegenüber 2010 immer noch einen Anstieg um etwa 9 ha bedeutet hat. Mit Beginn des Jahres 2012 kam es dann doch zu dem erwarteten Anstieg der Öko-Anbaufläche um das Doppelte auf geschätzte 120 ha. Allein die AOHGA-Pflanzler haben 2012 knapp 54 ha neue Hopfenfläche beerntet und konnten dabei auf insgesamt 92,3 ha einen Ertrag von 99 t Öko-Hopfen erzielen (AOHGA 2012). Genauere Daten sind derzeit leider nicht zu ermitteln, da in der AOHGA derzeit nur sieben der 27 Farmen mit Öko-Hopfen organisiert sind, darunter allerdings fünf der sieben 'big players' aus dem Nordwesten des Landes. In den USA wird eine große Bandbreite amerikanischer, englischer und deutscher Sorten auch ökologisch produziert; anders als in Deutschland oder den meisten europäischen Ländern sind darunter auch einige Hochalpha-Sorten. Die mit Abstand wichtigste Sorte im US-Ökohopfen war 2012 wie in den Vorjahren 'Cascade', gefolgt von 'Citra' und 'Centennial', die beide flächenmäßig gewaltig zugelegt haben (AOHGA 2012).

Ähnlich unübersichtlich, wenngleich auf wesentlich geringerem Niveau, präsentiert sich die Situation des Öko-Hopfenanbaues in **Kanada**. Nachdem der früher durchaus florierende Hopfenbau Kanadas zu Beginn der 1990er-Jahre komplett zum Erliegen gekommen war, erlebt er seit der Jahrtausendwende wieder eine Renaissance. Es handelt sich dabei praktisch ausschließlich um kleine Farmen, die nicht selten von Idealisten betrieben werden und bei denen Hopfen oft auch nur nebenbei zur Versorgung lokaler 'microbreweries' mit produziert wird. Im Rahmen dieser derzeit sehr dynamischen Entwicklung konnten unter den zahlreichen neuen Hopfenpflanzern bislang 10 Farmen recherchiert werden, die auf insgesamt 4,0 ha Öko-Hopfen produzieren. Die meisten Betriebe liegen dabei in den Provinzen British Columbia und Ontario. Das breite Sortenspektrum ist mit jenem der USA vergleichbar.

Die bislang einzige Hopfenbaunation auf der südlichen Hemisphäre, in der auch Öko-Hopfen produziert wird, ist **Neuseeland**. Da der Hopfenbau Neuseelands generell von außergewöhnlichen Klimabedingungen profitiert, die ein Auftreten von Pilzkrankheiten und Blattläusen bislang ausschließen, ist hier generell kaum Pflanzenschutz nötig. Wohl aus diesem Grund geben TURNER et al. (2011) Neuseeland als Hauptproduzent von Öko-Hopfen für den amerikanischen Markt an. Diese Sichtweise ist allerdings falsch, da derzeit tatsächlich zertifizierte Öko-Flächen nur in zwei Betrieben auf insgesamt etwa 15 ha existieren. Auf den meisten anderen Hopfenflächen Neuseelands ist die Unkrautbekämpfung ein essentielles Problem und es werden dazu Herbizide eingesetzt.

### **Schlussfolgerung**

Nach unseren Recherchen gibt es in den übrigen Hopfenbaunationen bislang noch keine zertifizierte Produktion von Öko-Hopfen. In der **Ukraine** wurde vor einiger Zeit mit Versuchen zum Anbau von Öko-Hopfen begonnen, wobei es frühestens kommendes Jahr zu einer zertifizierten Produktion kommen kann. In **Slowenien** und **Spanien** existieren kleine Hopfenflächen in Forschungseinrichtungen, auf denen ebenfalls experimentell mit Öko-Hopfen begonnen wurde, die aber auch noch nicht zertifiziert sind. Aus den übrigen Ländern der Welt mit Hopfenbau sind keinerlei entsprechende Aktivitäten bekannt.

Als Fazit bleibt nur zu wiederholen, dass der Öko-Hopfenbau im großen Rahmen der weltweiten Hopfenproduktion wirklich nur einen verschwindend geringen Anteil ausmacht. Hinsichtlich der weltweiten Hopfenfläche werden lediglich knapp 0,4 % nach ökologischen Standards bewirtschaftet, und die dabei produzierten Öko-Hopfen machen gerade einmal 0,3 % der weltweiten Erntemenge aus. Somit stellt der Öko-Hopfen zwar ein spannendes Marktsegment dar, das von der Hopfenwirtschaft mit Interesse verfolgt wird, doch wird er sein Nischendasein auch langfristig nicht verlassen können.

### **Literatur**

AOHGA [American Organic Hop Grower Association] (2011): Organic hop market report, May 2011. -

Online im Internet, URL (25.03.2013):

[http://www.usorganichops.com/AOHGA/index/Entries/2011/5/31\\_Organic\\_Hop\\_Market\\_Report\\_\(May\\_2011\)\\_files/AOHGA%20Organic%20Hop%20Market%20Report%20-%20May%202011.pdf](http://www.usorganichops.com/AOHGA/index/Entries/2011/5/31_Organic_Hop_Market_Report_(May_2011)_files/AOHGA%20Organic%20Hop%20Market%20Report%20-%20May%202011.pdf)

AOHGA (2012): Organic hop market report, November 2012. - Online im Internet, URL (25.03.2013):

[http://www.usorganichops.com/AOHGA/index/Entries/2012/11/21\\_Organic\\_Hop\\_Market\\_Report\\_\(November\\_2012\)\\_files/AOHGA%20Organic%20Hop%20Market%20Report%20-%20Nov%202012.pdf](http://www.usorganichops.com/AOHGA/index/Entries/2012/11/21_Organic_Hop_Market_Report_(November_2012)_files/AOHGA%20Organic%20Hop%20Market%20Report%20-%20Nov%202012.pdf)

Goldman-Armstrong A (2011): New rules for organic hops. - The New Brewer, März-April 2011: 66-72

Turner SF, Benedict CA, Darby H, Hoagland LA, Simonson P, Serrine R & Murphy KM (2011): Challenges and opportunities for organic hop production in the United States. - Agronomy Journal 103 (6): 1645-1654



## 7 Hopfenqualität und Analytik

ORR Dr. Klaus Kammhuber, Dipl.-Chemiker

### 7.1 Allgemeines

Die Arbeitsgruppe IPZ 5d führt im Arbeitsbereich IPZ 5 Hopfen alle analytischen Untersuchungen durch, die zur Unterstützung von Versuchsfragen der anderen Arbeitsgruppen, insbesondere der Hopfenzüchtung, benötigt werden. Letztendlich wird Hopfen wegen seiner Inhaltsstoffe angebaut, wobei 95 % der Hopfenernte in der Brauindustrie Verwendung finden und nur 5 % für alternative Anwendungen eingesetzt werden. Deswegen ist die Hopfenanalytik eine unabdingbare Voraussetzung für eine funktionierende Hopfenforschung. Der Hopfen hat drei Gruppen von wertgebenden Inhaltsstoffen. Dies sind in der Reihenfolge ihrer Bedeutung die Bitterstoffe, die ätherischen Öle und die Polyphenole. Bisher galten die alpha-Säuren als das primäre Qualitätsmerkmal des Hopfens, da sie ein Maß für das Bitterpotential sind und Hopfen auf Basis des alpha-Säuregehalts zum Bier hinzugegeben wird (derzeit international etwa 4,3 g alpha-Säuren zu 100 l Bier). Auch spielen sie bei der Bezahlung des Hopfens eine immer größere Rolle. Besonders in der amerikanischen Craft Brewers Szene wird der Fokus stärker auf die Aromastoffe (ätherische Öle) gerichtet. Die Craft Brewers wünschen Hopfen mit besonderen und teilweise hopfenuntypischen Aromen. Diese werden unter dem Begriff „Special Flavor Hops“ zusammengefasst. Die Polyphenole sind bis jetzt von geringerem Interesse, obwohl sie sicher zur Sensorik beitragen. Außerdem haben sie wegen ihres großen antioxidativen Potentials sowohl Zusatznutzen für die Geschmackstabilität des Bieres als auch positive Effekte für die Gesundheit. Xanthohumol wirkt antikanzerogen und erfährt seit einigen Jahren große öffentliche Aufmerksamkeit. 8-Prenylnaringenin, das im Hopfen in Spuren vorkommt, ist eines der stärksten Phytoöstrogene und verleiht dem Hopfen eine leichte östrogene Aktivität.

Momentan gibt es für die Brauereien ein großes Überangebot an Hopfen, deshalb wäre es sehr wichtig, alternative Anwendungen zu erschließen. Weitere Einsatzmöglichkeiten von Hopfen sind in der Lebensmittelindustrie sowie in den Bereichen Medizin und Wellness zu finden.

### 7.2 Optimierung der Inhaltsstoffe als Zuchtziel

#### 7.2.1 Anforderungen der Brauindustrie



Nach wie vor ist die Brauindustrie mit 95 % der Erntemenge immer noch der größte Abnehmer von Hopfen und wird dies auch in Zukunft bleiben (Abb. 7.1).

Abb. 7.1: Verwendung von Hopfen

Bezüglich der Hopfung gibt es bei den Brauereien zwei extrem unterschiedliche Philosophien. Die eine ist, möglichst billig alpha-Säuren zu bekommen, wobei die Sorten und Anbaugebiete keine Rolle spielen. Die andere ist die, Pflege der Biervielfalt mit verschiedenen Hopfengaben und Produkten zu betreiben. Hier wird noch Wert auf Sorten und Anbaugebiete gelegt und die Kosten spielen keine Rolle. Zwischen diesen Extremen gibt es jedoch fließende Übergänge. Die Anforderungen der Brauindustrie und der Hopfenwirtschaft bezüglich der Hopfeninhaltsstoffe ändern sich stetig. Es besteht jedoch ein Konsens, dass Hopfensorten mit möglichst hohen  $\alpha$ -Säuregehalten und hoher  $\alpha$ -Säurenstabilität in Bezug auf Jahrgangsschwankungen gezüchtet werden sollen. Der niedrige Cohumulonanteil als Qualitätsparameter spielt keine so große Rolle mehr. Für sogenannte Downstream-Produkte und Produkte für Beyond Brewing sind sogar Hochalphasorten mit hohen Cohumulongehalten erwünscht.

Besonders durch die rasche Entwicklung der Craft Brewers Szene entwickelt sich eine mehr ganzheitliche Sichtweise des Hopfens (Abb. 7.2).

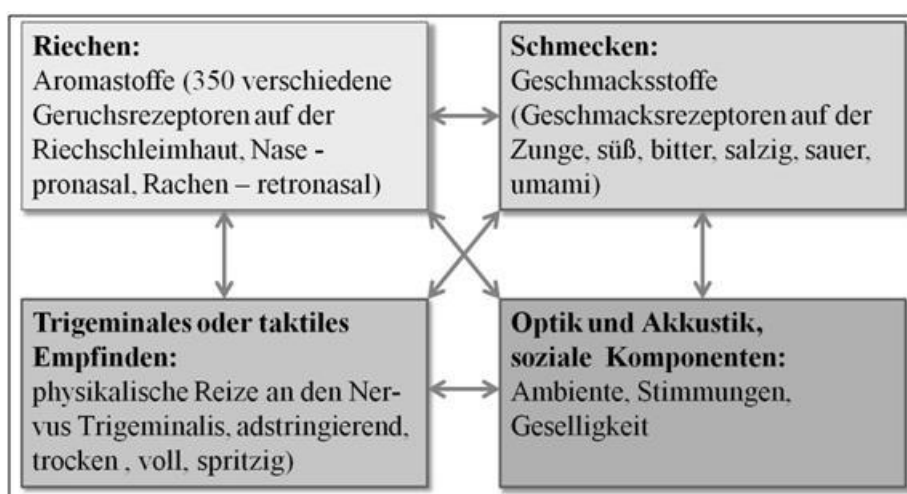


Abb. 7.2: Essen und Trinken ist ein ganzheitliches Erlebnis

Essen und Trinken ist ein ganzheitliches Erlebnis, wobei sich Riechen, Schmecken, trigeminales, taktiles Empfinden und auch Optik, Akustik und soziale Komponenten gegenseitig beeinflussen und ergänzen. Der Wiedererkennungswert eines Lebensmittels wird jedoch zu 90 % durch das Riechen definiert, deshalb wird bei den Craft Brewers der Fokus mehr auf die Aromastoffe gelegt. Die ätherischen Öle des Hopfens bestehen aus etwa 300 verschiedenen Einzelsubstanzen. Manche Substanzen verstärken sich in ihrer Wahrnehmung und andere heben sich auf. Riechen ist ein subjektiver Eindruck im Gegensatz zur Analytik, die objektive Daten bereitstellt. Es ist aber notwendig Leitsubstanzen zu definieren, um die Aromaqualität auch analytisch beschreiben zu können. Für das Hopfenaroma haben Substanzen wie Linalool, Geraniol, Myrcen, Ester und Schwefelverbindungen Bedeutung. Die Craft Brewers wünschen auch Hopfensorten mit „exotischen Aromen“ wie Mandarine, Melone, Mango oder Johannisbeere.

Der Eintrag von Aroma ins Bier hängt stark von den technologischen Faktoren ab. Durch eine späte Hopfengabe oder am besten durch Hopfenstopfen (Dry Hopping) kann am meisten Aroma ins Bier überführt werden.

Die Polyphenole tragen zum Bittereindruck (Harmonie und Qualität der Bittere) bei und haben teilweise für die Gesundheit funktionelle Zusatznutzen. Die Erhöhung des Gehalts an niedermolekularen Polyphenolen wie Xanthohumol, den Prenylflavonoiden und den phenolischen Carbonsäuren soll ein Ziel der Hopfenzüchtung sein.

## 7.2.2 Alternative Anwendungsmöglichkeiten

Bisher werden lediglich 5 % der Hopfenernte für alternative Anwendungen genutzt, was aber ausgebaut werden sollte. Von der Hopfenpflanze können sowohl die Dolden als auch die Restpflanze verwertet werden. Unter den Hopfenschäben versteht man die herausgelösten inneren holzigen Teile der Hopfenrebe. Diese eignen sich wegen ihrer guten Isolationseigenschaften und hoher mechanischer Festigkeit als Material für Schüttisolationen und auch gebunden für Isoliermatten. Sie können auch zu Fasern für Formteile wie z.B. Kfz-Türverkleidungen verarbeitet werden. Bis jetzt gibt es aber noch keine großtechnischen Anwendungen.

Bei den Dolden sind vor allem die antimikrobiellen Eigenschaften der Bitterstoffe für alternative Nutzungen geeignet. Die Bitterstoffe haben schon in katalytischen Mengen (0,001-0,1 Gew. %) antimikrobielle und konservierende Eigenschaften und zwar in der aufsteigenden Reihenfolge Iso- $\alpha$ -Säuren,  $\alpha$ -Säuren und  $\beta$ -Säuren (Abb. 7.3).

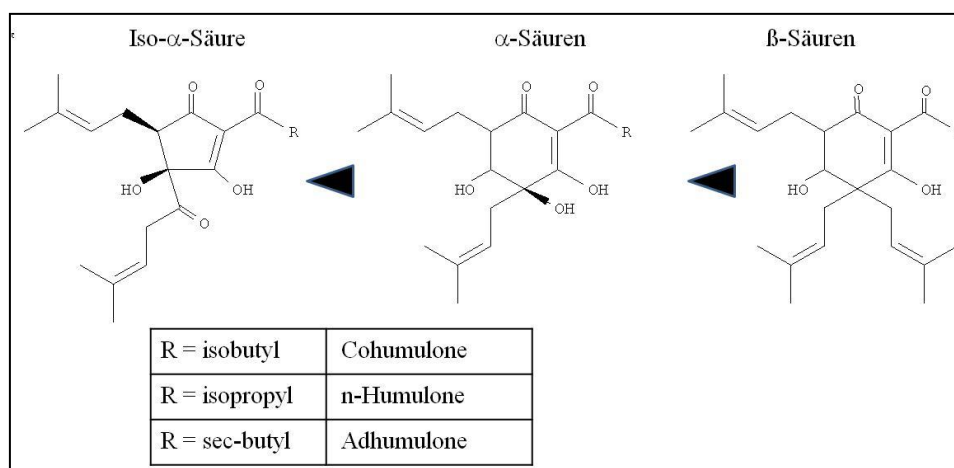


Abb. 7.3: Reihenfolge der antimikrobiellen Aktivität von Iso- $\alpha$ -Säuren,  $\alpha$ -Säuren und  $\beta$ -Säuren

Sie zerstören den pH-Gradienten an den Zellmembranen von Bakterien. Die Bakterien können dann keine Nährstoffe mehr aufnehmen und sterben ab. Die Iso- $\alpha$ -Säuren im Bier schützen sogar vor dem Magenkrebs auslösenden „*Helicobacter pylori*“. Die  $\beta$ -Säuren wirken besonders gegen gram-positive Bakterien wie Listerien und Clostridien, auch hemmen sie sehr aktiv das Wachstum des „*Mycobacterium tuberculosis*“. Dies kann genutzt werden, um die Hopfenbitterstoffe als natürliche Biozide überall dort einzusetzen, wo Bakterien unter Kontrolle gehalten werden müssen. In der Zucker- und Ethanolindustrie ist es bereits etabliert, Formalin durch  $\beta$ -Säuren zu ersetzen. Weitere Anwendungsmöglichkeiten hinsichtlich der antimikrobiellen Aktivität sind: die Verwendung als Konservierungsmittel in der Lebensmittelindustrie (Fisch-, Fleischwaren, Milchprodukte), die Hygienisierung von biogenen Abfällen (Klärschlamm, Kompost), Beseitigung von Schimmelpilzbefall, Geruchs- und Hygieneverbesserung von Streu, Kontrolle von Allergenen und der Einsatz als Antibiotikum in der Tierernährung. Für diese Anwendungsgebiete ist in der Zukunft sicher ein größerer Bedarf an Hopfen vorstellbar. Daher ist es auch ein Zuchtziel in Hüll, den  $\beta$ -Säuregehalt zu erhöhen. Momentan liegt der Rekord bei einem Gehalt um etwa 20 %. Es gibt sogar einen Zuchtstamm, der nur  $\beta$ -Säuren produziert und keine  $\alpha$ -Säuren.

Hopfen ist auch für den Bereich Gesundheit, Wellness, Nahrungsergänzungsmittel und Functional Food interessant, da er eine Vielzahl polyphenolischer Substanzen besitzt. Mit einem Polyphenolgehalt von bis zu 8 % ist Hopfen eine sehr polyphenolreiche Pflanze. An der Erhöhung des Xanthohumolgehalts wird gearbeitet. Ein Zuchtstamm mit 1,7 % Xanthohumol ist bereits vorhanden. Andere prenylierte Flavonoide wie z.B. 8-Prenylnaringenin kommen im Hopfen nur in Spuren vor. Substanzen mit sehr hohen antioxidativen Potentialen sind die oligomeren Proanthocyanidine (bis 1,3 %) und glykosidisch gebundenes Quercetin (bis 0,2 %) bzw. Kämpferol (bis 0,2 %). Aromahopfen haben in der Regel einen höheren Polyphenolgehalt als Bitterhopfen. Wenn bestimmte Inhaltsstoffe gewünscht werden, kann Hüll jederzeit reagieren und die Züchtung in Zusammenarbeit mit der Analytik auf diese gewünschten Stoffe selektieren.

### 7.3 Differenzierung des Welthopfensortiments auf Basis der niedermolekularen Polyphenole

Dieses Projekt wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten mit 20.000 € unterstützt. Die Tab. 7.1 zeigt die Zusammensetzung der Polyphenole beim Hopfen.

Tab. 7.1: Die Zusammensetzung der Hopfenpolyphenole und deren Konzentrationen im Hopfen

Substanzen und Substanzgruppen	Konzentrationen
<b>Phenolische Carbonsäuren</b>	
1) Benzoesäure-Derivate	< 0,01 %
2) Zimtsäure-Derivate	0,01 – 0,03 %
<b>Flavonoide</b>	
3) Xanthohumol	0,20 – 1,70 %
4) 8,6-Prenylnaringenin	< 0,01 %
5) Quercetinglykoside	0,05 – 0,23 %
6) Kämpferolglykoside	0,02 – 0,24 %
7) Catechine und Epicatechine	0,03 – 0,30 %
8) Oligomere Proanthocyanidine	0,20 – 1,30 %
9) Acylphloroglucinol-Derivate	0,05 – 0,50 %
<b>Höhermolekulare Substanzen</b>	
10) Catechingerbstoffe und Tannine	2,00 – 7,00 %

Polyphenole kommen als bioaktive Substanzen in fast allen Pflanzen vor. Sie haben biologische Funktionen als Geschmacks- und Farbstoffe, außerdem können sie Pflanzen vor Fraßfeinden und Pilzen schützen. In höherer molekularer Form wirken sie als Gerbstoffe. Über die positiven Wirkungen von Polyphenolen für die Gesundheit gibt es eine Vielzahl von Veröffentlichungen, da Polyphenole starke Antioxidantien sind und freie Radikale einfangen können. Hopfen ist eine Pflanze mit einem sehr hohen Polyphenolgehalt. Insbesondere Xanthohumol erlangte in den letzten Jahren wegen seines großen antikanzerogenen Potentials viel öffentliche Aufmerksamkeit. In der Leber reichert sich Xanthohumol an und wirkt daher sehr effektiv gegen Leberkrankheiten. Im Blutplasma ist relativ wenig zu finden. Die Substanz 8-Prenylnaringenin, die im Hopfen in Spuren vorkommt, gilt als eines der stärksten Phytoöstrogene und verleiht dem Hopfen eine leicht östrogene Aktivität. Dies war bereits seit Jahrhunderten bekannt, doch die dafür verantwortliche Substanz wurde erst vor 10 Jahren entdeckt.

Die Tab. 7.2 zeigt einen Vergleich der Polyphenolgehalte des Hopfens zu anderen Pflanzen. Hopfen hat vor allem sehr hohe Gehalte an Quercetin und Proanthocyanidinen. Diese Substanzgruppen zeichnen sich durch eine besonders hohe antioxidative Kapazität aus. Antioxidative Substanzen schützen Zellen vor oxidativen Prozessen und damit verbundenen Krankheiten wie z.B. Atherosklerose und Krebs. Man sollte daher viel polyphenolreiche Nahrungsmittel (Obst und Gemüse) essen.

Tab. 7.2: Der Polyphenolgehalt von Hopfen im Vergleich zu anderen Pflanzen

Pflanzen	Polyphenolgehalt (gesamt)	Quercetin	Catechin + Epicatechin	Proanthocyanidine	Literaturangaben
Hopfen	2 – 8	50 – 230	30 – 300	320 – 1640	
Apfel		2,0 – 44	1,00 – 14,00	128	1, 5
Birne			0,94 – 4,21	42	5
Brokkoli		3,0 – 3,7			1
Brombeere		4,5	0,84 – 6,30	23	1, 5
Erdbeere			2,52 – 5,47	145	5
Heidelbeere		7,4 - 15,8	2,07 – 5,58	329	1, 5
Kakao	6		2200	1573	2
Kirsche		3,2	3,46 – 6,37		1, 5
Moosbeere			5,53 – 8,59	418	5
Pflaume			6,38 – 14,94	247	5
Salat (grün)		0,1 – 9,0			4
Tee	25 – 35	1,4 – 1,7	20000 – 30000		6
Tomate		0,5 – 3,0	0	0	4, 5
Weintraube		1,5 – 3,7	0,44 – 2,14	81	3, 5
Zimt				8108	5
Zwiebel		34,2 – 48,6			1

Gesamtpolyphenolgehalt in %, Quercetin, Catechin, Epicatechin, Proanthocyanidine in mg/100 g

- 1) Quercetin: <http://de.wikipedia.org/wiki/Quercetin>
- 2) Kakao: <http://de.wikipedia.org/wiki/Kakao>
- 3) Hollman, P., C., H., Arts, I., C., W.: Flavonols, flavones and flavonols-nature, occurrence and dietary burden, J. Sci. Food Agric. **80**, 1081-1093, 2000
- 4) Duthie, G., G., Duthie, S., J., Kyle, J., A., M., (2000): Plant polyphenols in cancer and heart disease implications as nutritional antioxidants, Nutrition Research Reviews **13**, 79-106, 2000
- 5) USDA Database for the Proanthocyanidin Content of Selected Foods, 2004
- 6) Tee: [www.teeverband.de/texte/download/wit2-2002\\_02.pdf](http://www.teeverband.de/texte/download/wit2-2002_02.pdf)

### 7.3.1 Bisherige Methoden der Sortenunterscheidung

Zur Sortenunterscheidung bei Hopfen hat man prinzipiell vier Möglichkeiten

- Morphologische Merkmale
- Bitterstoffzusammensetzung
- Zusammensetzung der ätherischen Öle
- DNA-Analytik

Hopfendolden können an Hand ihrer morphologischen Eigenschaften optisch teilweise sehr gut, manchmal aber auch sehr schwierig unterschieden werden. Hopfendolden haben unterschiedliche Formen und Größen, vor allem die Deckblätter sind sehr verschieden ausgeprägt und sortentypisch. Bei Pellets und Extrakten sind diese Merkmale nicht mehr verfügbar.

In Hüll wird bei der Sortenbestimmung zunächst optisch bonitiert und aussortiert, dann werden chemische Methoden eingesetzt. Jede Hopfensorte hat eine typische Bitterstoffzusammensetzung. Der Cohumulonanteil und das  $\alpha$ -/ $\beta$ -Säurenverhältnis sind charakteristisch für eine Sorte. Mehr Informationen liefern die ätherischen Öle. Auch hier gilt, dass einige Sorten gut und andere sehr schwierig zu unterscheiden sind. Die Bitterstoffe und ätherischen Öle eignen sich auch zur Sortenbestimmung bei Pellets und Extrakten. Die DNA-Analytik wird bei Sonderfällen herangezogen (Dr. Seefelder, IPZ 5c). In Extrakten ist jedoch keine DNA vorhanden. In diesem Projekt sollte erarbeitet werden, ob die niedermolekularen Polyphenole eine zusätzliche Möglichkeit darstellen, um Sorten zu unterscheiden.

### 7.3.2 Zielsetzung

Etwa 80 % der Hopfenpolyphenole setzen sich aus höher molekularen Verbindungen wie den Catechingerbstoffen und den Tanninen (Gerbstoffen) zusammen. Ca. 20 % der Hopfenpolyphenole bestehen aus monomeren Substanzen wie den phenolischen Carbonsäuren sowie den Flavonoiden und deren Glykosiden (Tab. 7.1). Die niedermolekularen Stoffe können mit HPLC analysiert werden.

Das erste Ziel des Projektes war eine geeignete Methode für die Probenvorbereitung und HPLC-Analytik zu erarbeiten. Dann sollte das ganze in Hüll verfügbare Welthopfensortiment der Erntejahre 2009, 2010 und 2011 untersucht werden. Das zweite Ziel war, die gewonnenen Daten mit multivariaten statistischen Methoden auszuwerten, um zu sehen, ob eine Gruppierung oder Klassifizierung möglich ist.

### 7.3.3 Bisheriger Stand der Polyphenolanalytik

Die Flavonoide sind eine Untergruppe der Polyphenole und wurden in den neunzehnhundertdreißiger Jahren von dem Medizinnobelpreisträger Albert Szent-Györgyi Nagyropolt entdeckt. Er bezeichnete sie zuerst als Vitamin P, da diese die Permeabilität von Blutgefäßen beeinflussen konnten. Später bekamen sie den Namen Flavonoide, da sie sich von der Struktur Flavon ableiten. (Abb. 7.4) [7]. I. McMurrugh und C. F. van Sumere [8, 9] waren die ersten, die niedermolekulare Polyphenole des Hopfens mit HPLC analysierten und grundlegende Arbeiten über diese Substanzgruppe durchführten. Quercetin und Kämpferol kommen in Hopfen nicht in freier Form, sondern nur glykosidisch gebunden vor.

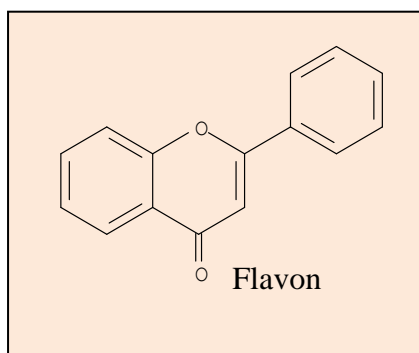
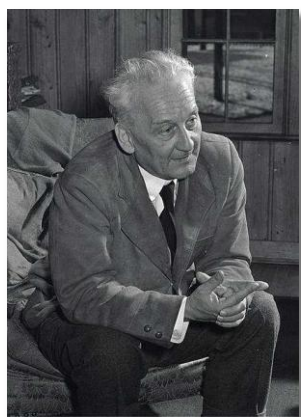


Abb. 7.4: Albert Szent-Györgyi Nagyropolt und die Struktur von Flavon

Die Zucker können durch Hydrolyse entfernt und Quercetin und Kämpferol quantitativ bestimmt werden. Mit dieser Methode wurde bereits das ganze Welthopfensortiment analysiert [10]. In dieser Arbeit sollten jedoch auch die Glykoside Berücksichtigung finden.

Eine weitere Substanzgruppe, die auch pharmakologisch wegen ihrer entzündungshemmenden Eigenschaften interessant ist, sind die Acylphloroglucinol-Derivate (Multifidole [11]). Der Name leitet sich von der tropischen Pflanze *Jatropha multifida* ab, da diese Verbindungen in deren Milchsaft vorkommen. Die Abb. 7.5 zeigt die chemischen Strukturen. Das eigentliche Multifidolglukosid hat die Struktur A. Im Hopfen ist hauptsächlich die Verbindung B vorhanden, aber auch A und C in geringeren Konzentrationen.

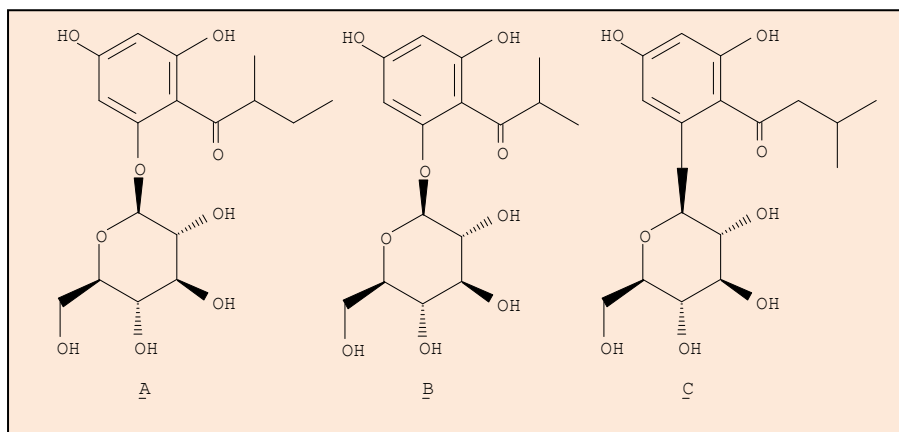


Abb. 7.5: Chemische Strukturen der Multifidole

- 7) Albert Szent-Györgyi Nagypolt:  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Albert\\_von\\_SzentGy%C3%B6rgyi\\_Nagyr%C3%A1polt](http://de.wikipedia.org/wiki/Albert_von_SzentGy%C3%B6rgyi_Nagyr%C3%A1polt)
- 8) McMurrough, I.; Hennigan, G., P.; Loughrrey, J.: Quantitative Analysis of Hop Flavonols Using High Performance Liquid Chromatography, *J. Agric. Food Chemistry*, 1982, 30, pp. 1102-1106
- 9) Van Sumere, C., F.; VandeCastele, K.; Hutsebaut, M.; Everaet, E.; De Cooman, L.; Meulemann, W.: RP-HPLC Analysis of Flavonoids and the Biochemical Identification of Hop Cultivars, *EBC-Monograph XIII*, 1987, pp. 146-175
- 10) Kammhuber, K.: Differenzierung des Welthopfensortiments nach Bitterstoffen und Polyphenolen, *Hopfenrundschaue International*, 2005/2006, pp. 42-46
- 11) Bohr, G.; Gerhäuser, C.; Knauff, J.; Zapp, J.; Becker, H.: Anti-inflammatory Acylphloroglucinol Derivatives from Hops (*Humulus lupulus*), *J. Nat. Prod.*, 2005, 68, pp. 1545-1548

Die exakten chemischen Bezeichnungen lauten:

A = 1-(2-Methylbutyryl)phloroglucinol-glukopyranosid (Multifidol)

B = 1-(2-Methylpropanoyl)phloroglucinol-glukopyranosid

C = 1-(3-Methylbutyryl)phloroglucinol-glukopyranosid

Bisher wurden im Hüller Labor der Gesamtpolyphenol- und der Gesamtgehalt der Proanthocyanidine in Anlehnung an die EBC-Methoden 9.10 und 9.12 für Bier untersucht.

### 7.3.4 Material und Methoden

#### Welthopfensortiment (Sortengarten in Hüll)

In Hüll gibt es einen Sortengarten, in dem fast das gesamte verfügbare Welthopfensortiment angebaut wird. Jedes Jahr werden die Bitterstoffe und ätherischen Öle analysiert. Ziel ist die Bestimmung der qualitäts- und sortenspezifischen Inhaltsstoffe der verfügbaren in- und ausländischen Hopfensorten bei Anbau unter den Standortbedingungen in Hüll.

Die Ergebnisse werden jedes Jahr im Jahresbericht des Hopfenforschungszentrums veröffentlicht. Für das Polyphenolprojekt wurden dieselben Proben verwendet. Die Ernten der Jahre 2009, 2010 und 2011 fanden für die Analytik Berücksichtigung.

### Probenvorbereitung

Der erste Arbeitsschwerpunkt war die Ausarbeitung einer geeigneten Probenvorbereitung und einer optimalen HPLC-Trennung. Zur Probenvorbereitung werden 5 g gemahlener Hopfen mit 50 ml Aceton/Wasser (3:1) 15 Min. im Ultraschallbad extrahiert. Dann wird filtriert und die Lösung mit 50 ml Hexan in einem Scheidetrichter ausgeschüttelt. Die unpolaren Substanzen verbleiben in der Hexanphase. Zur Aceton/Wasser Phase wird 1 ml interner Standard (250 mg Flavon in 25 ml Aceton) hinzugegeben. Zum Schluss wird noch einmal mit einem Spritzenfilter (Rotilabo, Nylon Membran, 0,20 µm) filtriert und die Lösungen zur HPLC-Analyse in Analysenfläschchen abgefüllt.

### HPLC-Methode

Als Trennsäule hat sich die Säule EC 125/2 NUCLEODUR Sphinx RP, 3 µm von Macherey und Nagel als sehr günstig erwiesen. Als HPLC-System wurde die UHPLC-Anlage ACCELA von Thermo Scientific eingesetzt. Für die Trennung der Polyphenole wurde das Gradientenprogramm in Tab. 7.3 gefahren. Die verschiedenen Detektionswellenlängen für die einzelnen Substanzgruppen sind ebenfalls in Tab. 7.3 zusammengefasst.

Eluent A: 100 ml Methanol, 3 ml 85% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> auf 1 l mit Wasser auffüllen  
 Eluent B: 700 ml Methanol, 3 ml 85 % H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> auf 1 l mit Wasser auffüllen  
 Eluent C: Methanol

Tab. 7.3: Gradientenprogramm und Detektionswellenlängen

Linearer Gradient:	Detektionswellenlängen:
0 Min.: 100 % A	Benzoessäure-Derivate: 250 nm
5 Min.: 100 % A	Zimtsäure-Derivate: 280 nm
30 Min.: 70 % A, 30 % B	Catechine: 280 nm
55 Min.: 10 % A, 90 % B	Quercetinglykoside: 350 nm
56 Min.: 100 % C	Kämpferolglykoside: 350 nm
60 Min.: 100 % C	Multifidolglukoside: 280 nm
61 Min.: 100 % A	

Zur Sortenunterscheidung sind vor allem die Quercetin- und Kämpferolglykoside geeignet, die anderen phenolischen Komponenten sind weniger sortenspezifisch ausgeprägt. Die Quercetin- und Kämpferolglykoside haben ein Absorptionsmaximum bei 350 nm und die Multifidolglukoside bei 280 nm. Deshalb wurde entschieden, bei den Wellenlängen 350 nm und 280 nm zu messen, um die beste Selektivität und Empfindlichkeit zu erhalten. Die Abb. 7.6 zeigt ein Chromatogramm bei der Wellenlänge 280 nm, die für die Messung der Multifidolglukoside optimal ist. In Abb. 7.7 sind die Chromatogramme der Sorten Opal, Hersbrucker Spät, Herkules und Zeus bei 350 nm dargestellt, die sich deutlich in der Zusammensetzung ihrer Flavonoide unterscheiden.



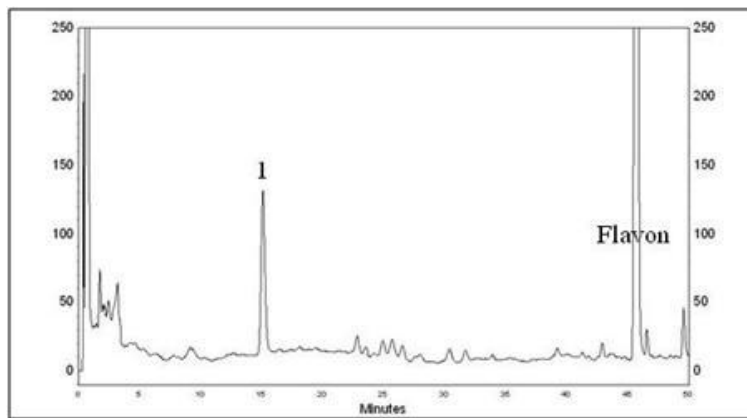


Abb. 7.6: Chromatogramm der Flavonoide bei 280 nm

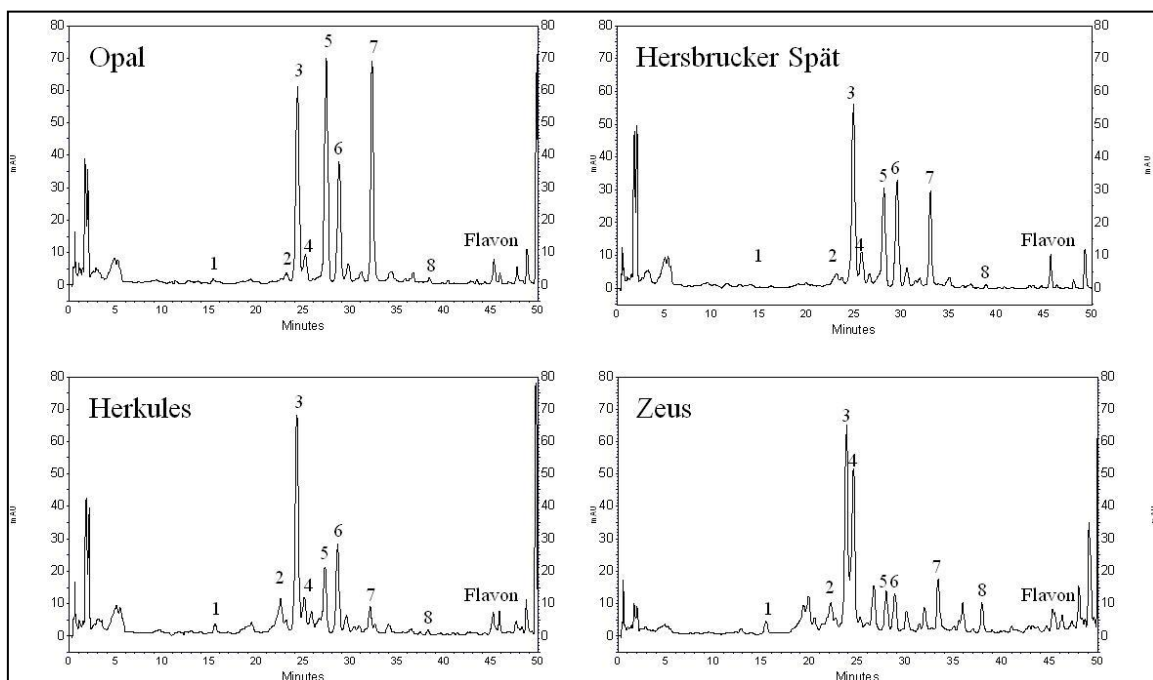


Abb. 7.7: HPLC-Chromatogramme der Flavonidglykoside von Opal, Hersbrucker Spät Herkules und Zeus bei 350 nm

Die Substanz Flavon (Abb. 7.4) dient als Standard, da Flavon im Hopfen nicht vorkommt und die polaren von den unpolaren Substanzen abgrenzt. Die unpolaren Bitterstoffe, Xanthohumol und die prenylierten Naringenine eluieren erst nach Flavon. In dieser Arbeit waren vor allem diejenigen Substanzen interessant, die polarer als Flavon sind.

### Identifikation von Einzelsubstanzen

Alle Hauptsubstanzen konnten in Zusammenarbeit mit der TUM (Dr. Coelhan) aufgeklärt werden. Dr. Coelhan isolierte die Substanzen mit präparativer HPLC und ermittelte die chemischen Strukturen mit einem Massenspektrometer, wobei mit dieser Methode die absoluten Strukturen nicht bestimmbar sind [12].

Die Substanzen Quercetin-3-galaktosid, Quercetin-3-glukosid (Isoquercitrin) und Kämpferol-3-glukosid (Astragalin) wurden zusätzlich durch Reinsubstanzen verifiziert. Die Substanz 1 wurde eindeutig als 1-(2-Methylpropanoyl)phloroglucinol-glukopyranosid identifiziert. Die chemischen Strukturen sind in der Abb. 7.8 zusammengestellt.

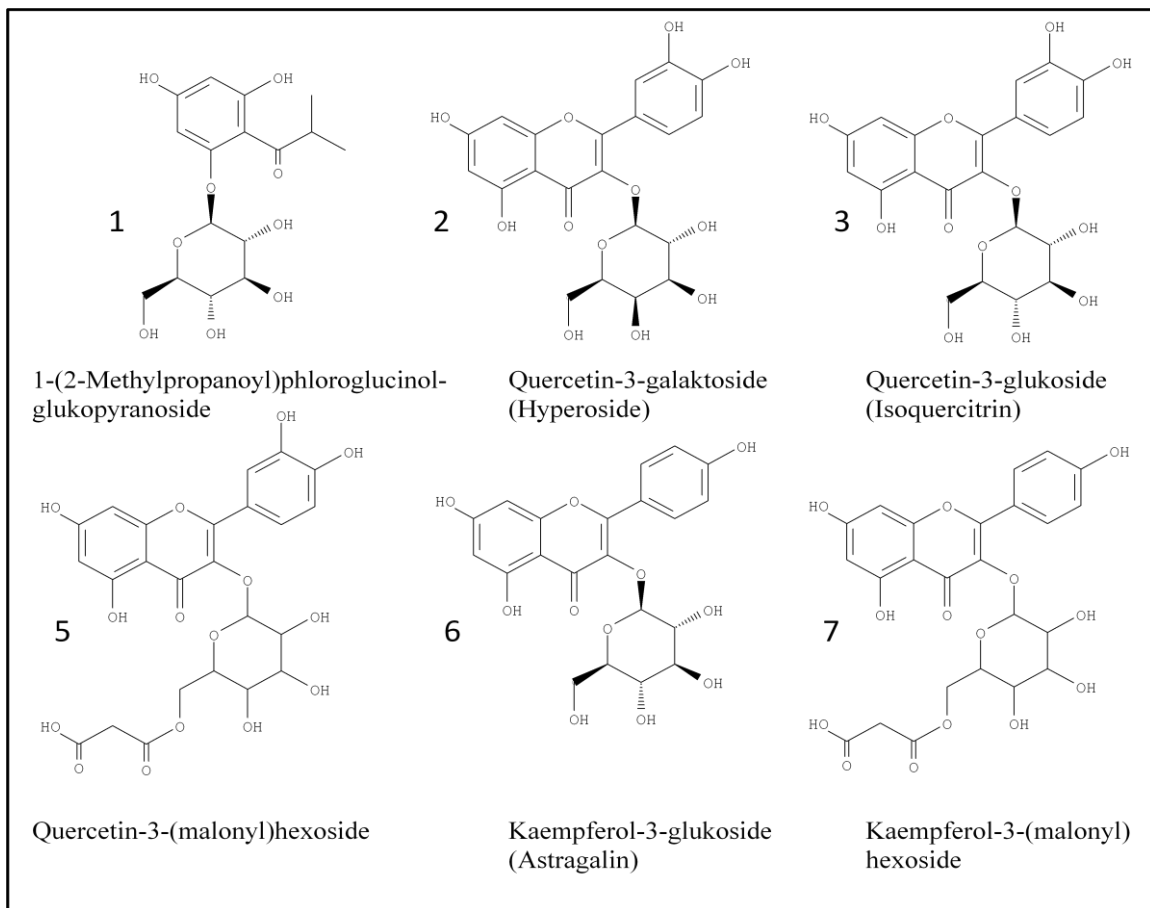


Abb. 7.8: Chemische Strukturen der identifizierten Substanzen (englische Bezeichnung)

- 12) Coelhan, M.; Plapperer, R.; Strohmeier, J.; Tischliar, M.: Forschungsbericht über HPLC-MS Identifizierung von Hopfenpolyphenolen, Forschungszentrum Weihenstephan für Brau- und Lebensmittelqualität, November 2011

### 7.3.5 Ergebnisse und Auswertung

Mit den erarbeiteten Methoden wurde fast das ganze in Hüll verfügbare Welthopfensortiment (121 verschiedene Sorten aus 17 Ländern) der Erntejahre 2009, 2010 und 2011 untersucht. Die Tab. 7.4 zeigt das Welthopfensortiment und die ersten drei Hauptkomponenten. Über die drei Erntejahre hinweg schwankt die Flavonoidzusammensetzung nur sehr gering und auch Proben der gleichen Sorte an verschiedenen Standorten zeigten dieselben Muster. Die Flavonoidzusammensetzung ist auf alle Fälle genetisch determiniert und damit sortenspezifisch.

### 7.3.6 Hauptkomponentenanalyse

#### Methodik und Durchführung

Mit den in den Chromatogrammen bezeichneten sieben Substanzen (Abb. 7.7) und deren Mittelwerten der Erntejahre 2009, 2010, 2011 wurde eine Hauptkomponentenanalyse berechnet, um Ähnlichkeiten und Unterschiede sichtbar zu machen. Als Software wurde SAS 9.1 verwendet und die Berechnung erfolgte auf Basis der Korrelationsmatrix (Tabelle 7.4).

Tab. 7.4: Korrelationsmatrix

	Multifidol	Peak 3	Peak 4	Peak 5	Peak 6	Peak 7	Peak 8
Multifidol	1,0000	-0,5666	-0,1952	-0,3604	-0,6012	-0,2994	0,2393
Peak 3	-0,5666	1,0000	0,3535	-0,3410	0,5770	-0,4710	-0,3000
Peak 4	-0,1952	0,3535	1,0000	-0,5077	-0,0820	-0,4839	-0,0752
Peak 5	-0,3604	-0,3410	-0,5077	1,0000	-0,1380	0,6476	0,0555
Peak 6	-0,6012	0,5770	-0,0820	-0,1380	1,0000	0,0929	-0,2934
Peak 7	-0,2994	-0,4710	-0,4839	0,6476	0,0929	1,0000	-0,1676
Peak 8	0,2393	-0,3000	-0,0752	0,0555	-0,2934	-0,1676	1,0000

Bei der Hauptkomponentenanalyse wird die ursprüngliche Datenmatrix auf kleinere Matrizen projiziert, wobei die Hauptkomponenten jeweils die maximale Varianz beschreiben (Tab. 7.5).

Tab. 7.5: Eigenwerte und Varianzen

PCA	Eigenwerte	Differenz	Varianz in%	Kumulative Varianz in %
1	2,5327	0,3347	36,2	36,2
2	2,1980	1,3142	31,4	67,6
3	0,8838	0,0748	12,6	80,2
4	0,8090	0,3521	11,6	91,8
5	0,4569	0,3386	6,5	98,3
6	0,1183	0,1169	1,7	100
7	0,0014	0,3347		

Die erste Hauptkomponente beschreibt 36,2 %, die zweite 31,4 % und die dritte 12,2 % der Gesamtvarianz. Bei der kumulativen Darstellung sieht man, dass drei Hauptkomponenten bereits 80,2 % der Gesamtvarianz abdecken. In der Tab. 7.6 ist das ganze Welthopfensortiment mit den ersten drei Hauptkomponenten dargestellt.

Tab. 7.6: Welthopfensortiment mit den ersten 3 Hauptkomponenten

Sorte	Land	PCA 1	PCA 2	PCA 3	Sorte	Land	PCA 1	PCA 2	PCA 3
Admiral	England	2,04183	0,94175	1,69449	College Cluster	England	-3,82735	-0,52455	0,76948
Agnus	Tschechien	2,24785	1,33353	2,28590	Columbus	USA	-0,21336	3,60828	0,47866
Ahil	Slowenien	1,96116	1,52735	-0,22146	Comet	USA	0,65837	1,18686	-0,04438
Alliance	England	-0,38170	-2,72811	0,60409	Crystal	USA	-2,80028	-1,45026	0,18509
Alpharoma	Neuseeland	-0,65776	-2,26668	0,84087	Density	England	-2,76180	0,79104	-0,39323
Apolon	Slowenien	1,14272	1,71109	0,77967	Diva	England	-0,19095	-1,28221	-0,77179
Aquila	USA	-0,96231	2,98401	1,52197	Early Choice	England	0,02238	-1,36078	-1,15919
Aromat	Tschechien	1,10493	-1,11444	-1,36697	Eastern Gold	Japan	-3,32473	2,56387	-0,06658
Atlas	Slowenien	-2,05435	0,72380	-0,48218	Eastwell Golding	England	0,14067	-0,84732	-0,12258
Aurora	Slowenien	0,91023	-1,36435	0,05024	Emerald	Deutschland	1,54828	1,42179	-2,05440
Backa	Serbien	0,65960	2,18446	0,63811	Eroica	USA	-1,46287	2,46127	-1,14963
Belgischer Spalter	Belgien	0,38071	0,12289	-0,36131	Estera	Polen	-1,43458	-0,48900	-0,25895
Blisk	Slowenien	-0,22409	1,45445	-0,73677	First Gold	England	0,67613	-0,67343	-1,07277
Boadicea	England	-0,93738	-0,31228	-0,53503	Fuggle	England	-0,46297	0,01115	0,80670
Bobek	Slowenien	1,73215	-0,51223	-0,28643	Galena	USA	-0,39551	2,51721	-1,91454
Bor	Tschechien	0,96097	0,53709	-0,50771	Ging Dao Do Hua	China	-3,52078	2,10132	-0,78549
Bramling Cross	England	-2,99209	0,40742	-0,26983	Glacier	USA	0,37478	-1,38294	0,11672
Braustern	Deutschland	1,28631	-0,38741	-1,11421	Golden Star	Japan	-3,51414	2,03026	-0,69983
Brewers Gold	England	1,34915	1,83555	0,64214	Granit	Ukraine	-0,71857	0,23842	-0,21029
Brewers Stand	England	-2,28517	1,52733	0,77956	Green Bullet	Neuseeland	-0,52002	-1,80941	0,43583
Buket	Slowenien	0,75996	-1,49028	0,80786	Hallertauer Gold	Deutschland	0,86406	-0,63794	-1,03808
Bullion	England	0,14002	1,07304	-0,12315	Hallertauer Magnum	Deutschland	1,81580	2,98347	1,30195
Cascade	USA	0,22194	0,46694	-1,17152	Hallertauer Merkur	Deutschland	0,35002	1,35109	-0,06421
Chang Bei 1	China	-0,24690	-1,55693	0,86758	Hallertauer Taurus	Deutschland	1,13888	2,30451	-0,68785
Chang Bei 2	China	-0,69786	-1,65797	0,18394	Hallertauer Tradition	Deutschland	2,02716	0,92631	-2,61546

Fortsetzung Tabelle 7.6

Sorte	Land	PCA 1	PCA 2	PCA 3	Sorte	Land	PCA 1	PCA 2	PCA 3
Hallertauer Mfr.	Deutschland	1,13477	-1,72671	-0,54764	Northern Brewer	England	1,36296	0,33631	-1,53893
Harmony	Tschechien	1,18405	0,33871	0,10254	Nugget	USA	-0,47255	-0,79810	1,94991
Herald	England	0,86354	-0,68715	-1,71095	Olympic	USA	-0,90500	-1,55109	0,41600
Herkules	Deutschland	0,02822	2,12309	-1,33157	Opal	Deutschland	0,64547	-1,65466	-0,32680
Hersbrucker Pure	Deutschland	0,90833	-0,93491	0,73297	Orion	Deutschland	1,12376	0,74199	-1,49551
Hersbrucker Spät	Deutschland	-2,50516	-1,70103	0,75162	Pacific Gem	Neuseeland	-1,93674	-1,17812	1,77690
Horizon	USA	0,21274	-0,91001	1,07888	PCU 280	Polen	1,04204	-0,11165	-0,78807
Hüller Anfang	Deutschland	0,97139	-1,91889	-0,23639	Perle	Deutschland	1,97974	1,46174	-2,83497
Hüller Aroma	Deutschland	0,57925	-1,77810	-0,23225	Phoenix	England	0,46683	-1,13500	0,87954
Hüller Bitter	Deutschland	-0,71603	-0,40141	-0,07721	Pilgrim	England	0,20876	-0,71615	-0,05841
Hüller Fortschritt	Deutschland	0,32379	-2,37877	-0,07445	Pilot	England	-1,33190	-1,20248	0,25126
Hüller Start	Deutschland	1,18480	-2,38164	-0,30232	Pioneer	England	0,37490	-0,52956	-0,93666
Japan C 730	Japan	-0,08667	-0,57252	1,34100	Premiant	Tschechien	2,98889	3,18519	0,22191
Japan C 845	Japan	0,95844	1,19259	-2,85173	Pride of Kent	England	0,43860	-2,56218	0,74239
Kirin 1	Japan	-3,11898	2,54900	-0,16420	Pride of Ringwood	Australien	-2,25745	-0,36189	0,54530
Kirin 2	Japan	-3,76278	2,26708	-0,67160	Progress	England	-2,46649	1,13049	1,09132
Kitamidori	Japan	0,00573	0,51185	-1,98592	Rubin	Tschechien	-0,55751	-2,37830	-0,06678
Kumir	Ukraine	1,09074	-0,18612	-0,19151	Saazer	Tschechien	1,27054	-1,23380	0,82692
Lubelski	Polen	1,62961	-0,33753	-0,70151	Saphir	Deutschland	0,72312	-1,14376	-0,77558
Malling	Österreich	-2,00999	-0,84785	0,57431	Serebrianker	Russland	0,98084	-1,79311	0,74006
Marynka	Polen	-2,58884	0,91816	0,26799	Sirem	Tschechien	1,41067	-0,49892	-0,82060
Mt. Hood	USA	0,51723	-1,12373	0,63901	Sladek	Tschechien	0,84689	0,01732	-1,45927
Neoplanta	Jugoslawien	0,29516	-1,67254	1,03211	Smaragd	Deutschland	0,29672	-2,29612	0,29408
Neptun	Deutschland	4,13781	3,64201	7,39853	Spalter	Deutschland	1,56961	-0,46461	-0,70530
New Zealand Hallertauer	Neuseeland	-1,56715	-0,24337	0,04939	Spalter Select	Deutschland	1,80298	-0,61059	0,90013

Fortsetzung Tabelle 7.6

Sorte	Land	PCA 1	PCA 2	PCA 3	Sorte	Land	PCA 1	PCA 2	PCA 3
Sterling	USA	-0,71120	-1,21306	1,02883	Williamette	USA	-2,31667	-0,63407	0,41347
Sticklebrack	Neuseeland	-2,90578	-0,54805	0,59901	Wye Northdown	England	1,02772	0,20647	-1,16152
Strisselspalter	Frankreich	-3,00219	-1,34995	0,62767	Wye Target	England	2,11202	1,77136	1,66728
Super Alpha	Neuseeland	-1,60742	-0,69886	0,45123	Wye Viking	England	0,40314	-0,67542	0,25007
Talisman	USA	1,44274	0,28638	-0,85607	Yeoman	England	0,50739	-0,76036	-0,22969
Tettnanger	Deutschland	1,54564	-0,86445	0,37306	Zatecki	Tschechien	-1,26367	-0,03387	0,10788
Toyomidori	Japan	1,73308	1,75889	-0,61351	Zenith	England	0,27764	-1,89752	0,19763
Urozani	Russland	0,71110	-0,65709	0,69946	Zeus	USA	-0,61988	3,46674	0,62154
USDA 21055	USA	-3,27366	1,92294	0,31517	Zitic	Ukraine	1,41942	1,08282	-1,39901
Vojvodina	Jugoslawien	0,74209	-1,59669	0,68526	Zlatan	Tschechien	1,74055	-0,42084	0,01360
WFG	England	1,69272	-0,18858	-0,73742					

Die Abb. 7.9 veranschaulicht die ersten zwei Hauptkomponenten graphisch.

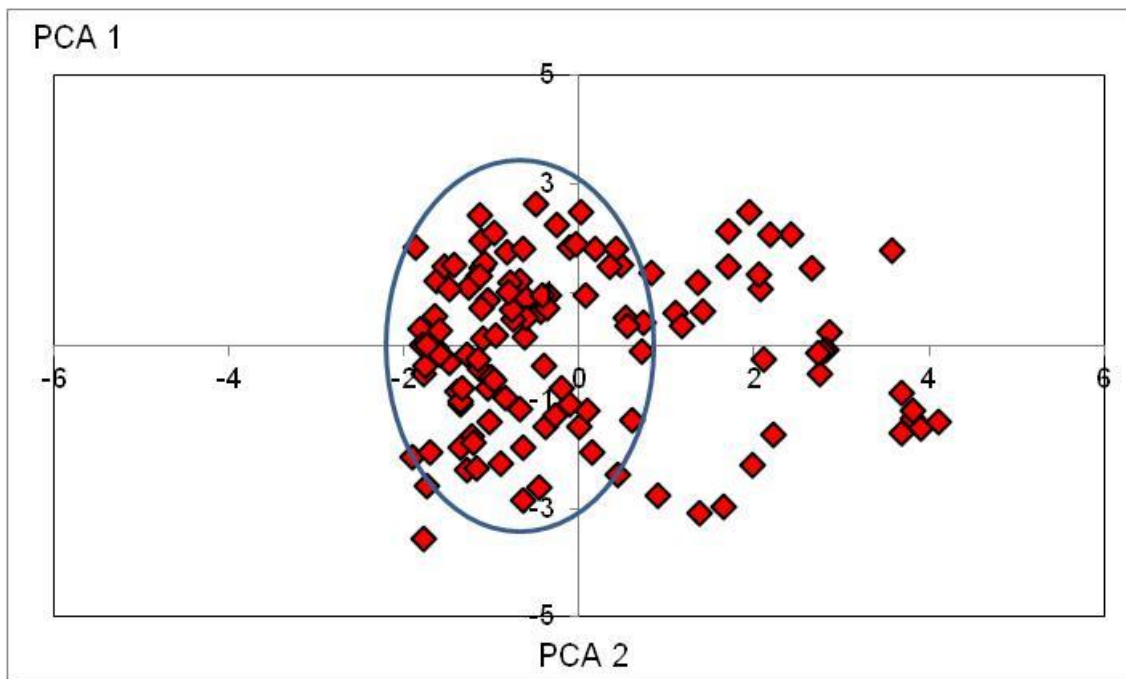
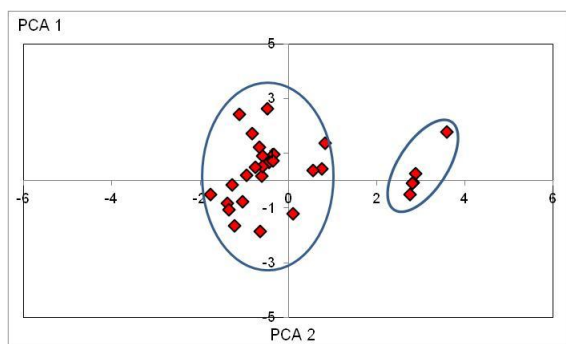


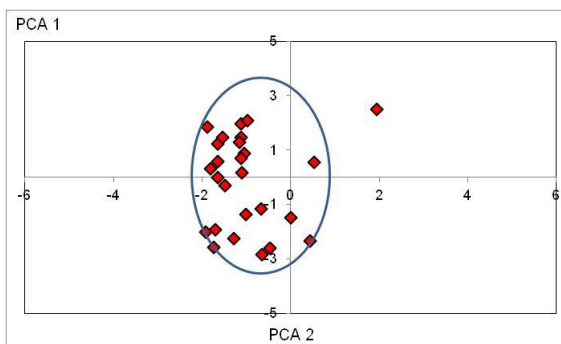
Abb. 7.9: Darstellung der ersten zwei Hauptkomponenten des Welthopfsortiments

Jeder Punkt in der Grafik repräsentiert eine Hopfensorte. Je näher die Punkte zusammen liegen, desto ähnlicher und je weiter die Punkte auseinander liegen, desto unterschiedlicher sind die Hopfensorten. Die meisten Sorten befinden sich innerhalb der eingezeichneten Ellipse.

Die Abb. 7.10 bis Abb. 7.12 zeigen die Hauptkomponentendarstellungen gegliedert nach Ländern. Die Reihenfolge ist zuerst absteigend nach der Zahl der Sorten pro Land und dann alphabetisch geordnet.

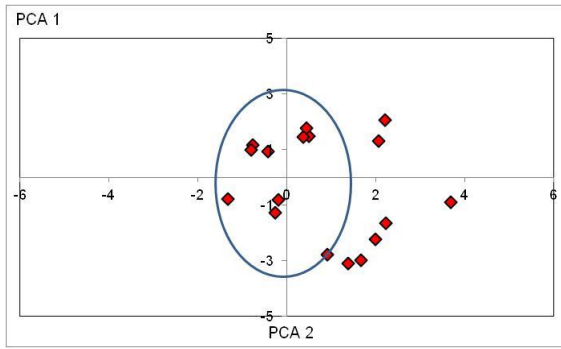


England (28)

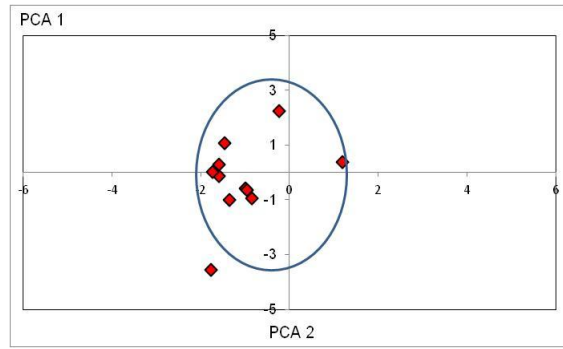


Deutschland (26)

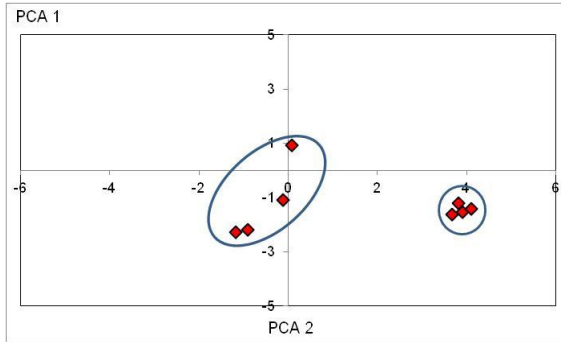
Abb. 7.10: Hauptkomponentendarstellung Welthopfsortiment nach Ländern (Teil 1)



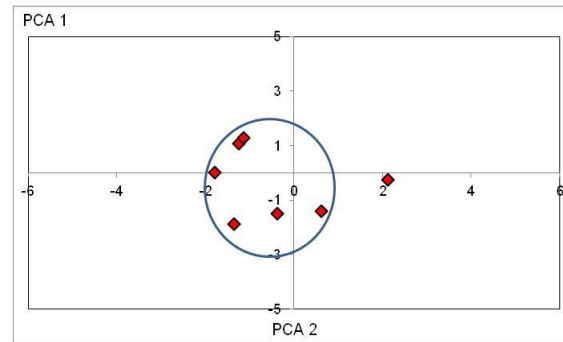
USA (17)



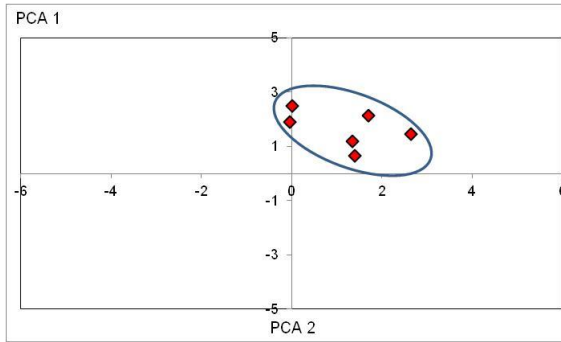
Tschechien (11)



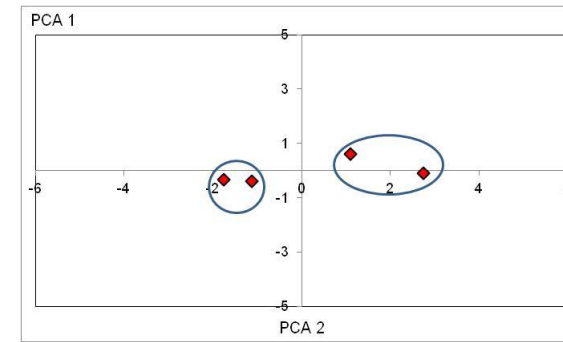
Japan (8)



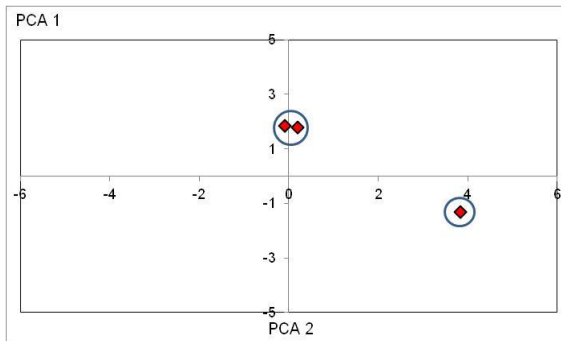
Slowenien (7)



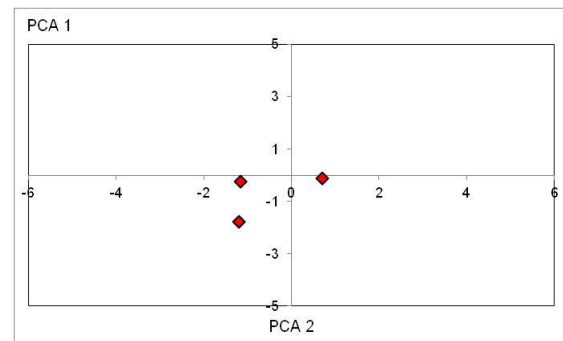
Neuseeland (6)



Polen (4)



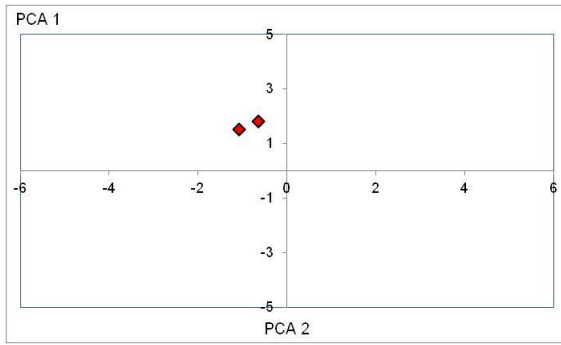
China (3)



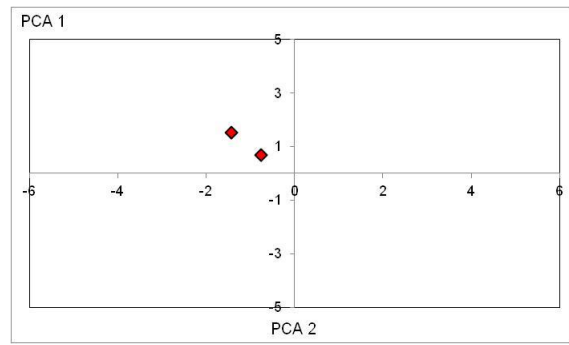
Ukraine (3)

Abb. 7.11: Hauptkomponentendarstellung Welthopfsortiment nach Ländern (Teil 2)

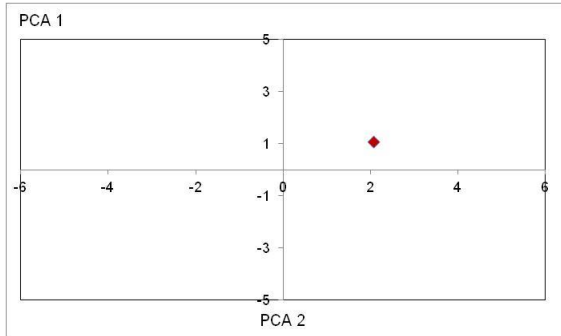




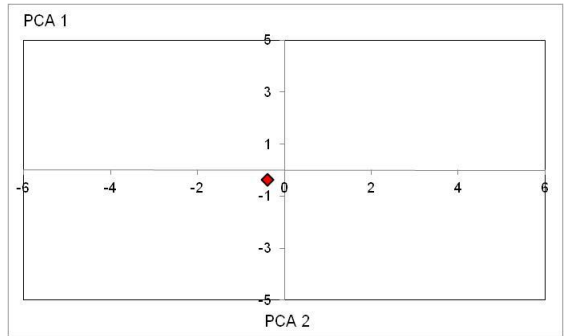
Jugoslawien (2)



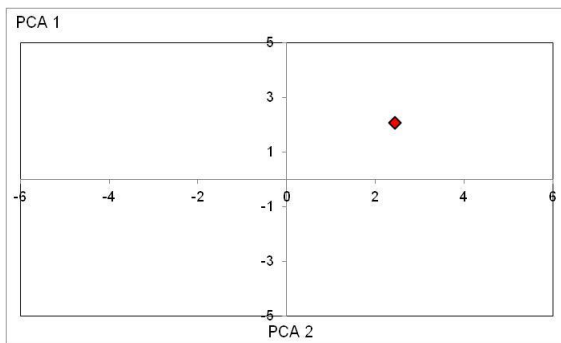
Russland (2)



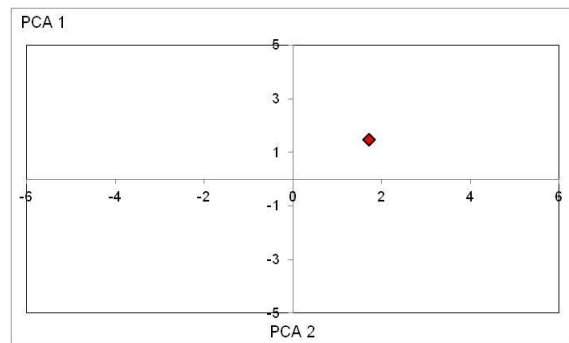
Australien (1)



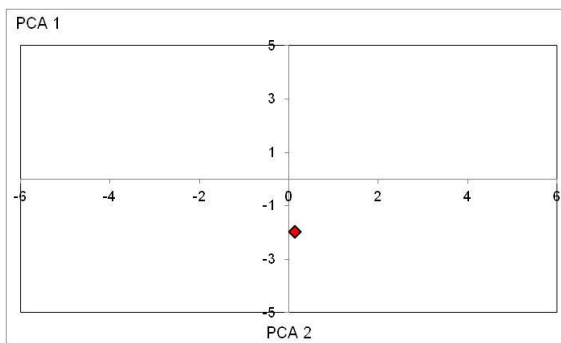
Belgien (1)



Frankreich (1)



Österreich (1)



Serbien (1)

Abb. 7.12: Hauptkomponentendarstellung Welthopfsortiment nach Ländern (Teil 3)

## Diskussion und Interpretation der Daten

In dieser Arbeit wurden zum ersten Mal die Flavonoidzusammensetzungen fast aller Sorten des Welthopfensortiments über drei Jahre untersucht. Die Resultate waren überraschend, da sich viele Sorten in ihrer Flavonoidstruktur doch als sehr ähnlich erwiesen haben. Die meisten Sorten besitzen eine Struktur, wie die des Opals (Abb. 7.7). Das entspricht auch der typischen Struktur der alten europäischen Landsorten. In der Abb. 7.9 ist klar ersichtlich, dass der Großteil der Sorten innerhalb der eingezeichneten Ellipse liegt. Einige Sorten besitzen jedoch eine ganz typische individuelle Flavonoidzusammensetzung und sind deshalb auch sehr gut abgrenzbar. Diese Sorten liegen außerhalb der eingezeichneten

Ellipse. Zeus und Herkules sind z.B. solche Sorten.

Die Aufgliederung nach Ländern erschließt auch einige wichtige neue Erkenntnisse. England ist mit 28 Sorten der Spitzenreiter noch vor Deutschland mit 26. Mit den englischen Sorten können zwei Gruppen gebildet werden. Die Mehrheit der englischen Sorten sind den europäischen Landsorten zuzuordnen, vier Sorten jedoch bilden eine eigene Gruppe (Abb. 7.10). Die deutschen Sorten entsprechen den europäischen Landsorten. Die Sorten aus den USA streuen schon etwas mehr (Abb. 7.11). Auch hier haben viele Sorten die Struktur der europäischen Landsorten, was darauf zurück zu führen ist, dass in diese Sorten auch europäisches Zuchtmaterial eingekreuzt wurde. Tschechien und Slowenien sind traditionelle europäische Anbauländer und die Sorten aus diesen Ländern sind vom europäischen Typ. Die acht japanischen Sorten können in zwei Gruppen eingeteilt werden, die relativ weit auseinander liegen. Aus Neuseeland kommen sechs Sorten, die teilweise etwas außerhalb der Ellipse liegen und untereinander sehr ähnlich sind. Die vier Sorten aus Polen bilden zwei Paare. In Hüll sind auch drei Sorten aus China verfügbar, wobei zwei sehr ähnlich sind und die dritte sich deutlich unterscheidet. Von den übrigen Ländern sind jeweils nur ein bis maximal drei (Ukraine) Sorten vorhanden. Die Abb. 7.12 zeigt deren Einordnung.

### 7.3.7 Clusteranalyse

Die Clusteranalyse ist eine weitere Methode, um Objekte an Hand der Ähnlichkeit ihrer Merkmale schrittweise zusammenzufassen. Es entstehen hierarchisch oder nicht hierarchisch geordnete Cluster. Die Ähnlichkeiten von Objekten werden durch Abstandsmaße ausgedrückt. Je geringer die Abstandsmaße, desto ähnlicher sind die Objekte. Ein Cluster beschreibt eine Gruppe von Objekten, die untereinander ähnlicher sind als gegenüber Objekten außerhalb dieser Gruppe.

Bei der Clusterbildung werden die Objekte an Hand ihrer Abstände aggregiert. In diesem Projekt wurde das Welthopfensortiment in 20 Cluster eingeteilt. Diese Einteilung ist willkürlich. Man könnte auch 10 oder 30 Cluster auswählen. Tab. 7.7 zeigt die Verteilung der verschiedenen Sorten in die einzelnen Cluster.

Die meisten Sorten sind in den Clustern 1 und 2 zu finden, was den typischen Mustern der Landsorten entspricht. Den Clustern 15-20 wird nur jeweils eine Sorte zugeordnet. Diese Sorten besitzen die schon erwähnten typischen individuellen Flavonoidmuster. In der Abb. 7.13 sind die Cluster in der Hauptkomponentendarstellung veranschaulicht. In dieser Abbildung ist auch die Zuordnung der Cluster untereinander ersichtlich.

Tab. 7.7: Einteilung des Welthopfensortiments in 20 Cluster (Ähnlichkeit der Flavonoidzusammensetzung)

<b>Cluster 1</b>	<b>Cluster 2</b>	Golden Star	Japan C 730	<b>Cluster 10</b>	<b>Cluster 14</b>
Aromat	Admiral	Kirin 1	Mt. Hood	Alliance	Columbus
Aurora	Agnus	Kirin 2	Neoplanta	Alpharoma	Eroica
Buket	Belgischer Spalter		Nugget	Green Bullet	Galena
Diva	Bobek	<b>Cluster 4</b>	Olympic	Pride of Kent	Zeus
Early Choice	Bor	Boadicea	Phoenix	Rubin	
Eastwell Golding	Braustern	Estera	Serebrianker	Zenith	<b>Cluster 15</b>
Glacier	First Gold	Fuggle	Sterling		Atlas
Hallertauer Mfr.	Hallertauer Gold	Hüller Bitter		<b>Cluster 11</b>	
Hersbrucker Pure	Harmony	New Zealand Hallertauer	<b>Cluster 7</b>	Emerald	<b>Cluster 16</b>
Hüller Anfang	Herald	Pilot	Ahil	Hallertauer Tradition	USDA 21055
Hüller Aroma	Kumir	Zatecki	Blisk	Japan C 845	
Hüller Fortschritt	Lubelski		Hallertauer Taurus	Perle	<b>Cluster 17</b>
Hüller Start	Northern Brewer	<b>Cluster 5</b>	Herkules	Premiant	Apolon
Opal	PCU 280	College Cluster	Kitamidori		
Pilgrim	Pioneer	Crystal	Orion	<b>Cluster 12</b>	<b>Cluster 18</b>
Saazer	Sirem	Hersbrucker Spät	Toyomidori	Pride of Ringwood	Aquila
Saphir	Sladek	Malling	Zitic	Super Alpha	
Smaragd	Spalter	Pacific Gem			<b>Cluster 19</b>
Spalter Select	Talisman	Sticklebract	<b>Cluster 8</b>	<b>Cluster 13</b>	Granit
Tettnanger	WFG	Strisselspalter	Brewers Stand	Backa	
Urozani	Wye Northdown	Williamette	Progress	Brewers Gold	<b>Cluster 20</b>
Vojvodina	Wye Target			Bullion	Neptun
Wye Viking		<b>Cluster 6</b>	<b>Cluster 9</b>	Cascade	
Yeoman	<b>Cluster 3</b>	Chang Bei 1	Bramling Cross	Comet	
Zlatan	Eastern Gold	Chang Bei 2	Density	Hallertauer Magnum	
	Ging Dao Do Hua	Horizon	Maryanka	Hallertauer Merkur	

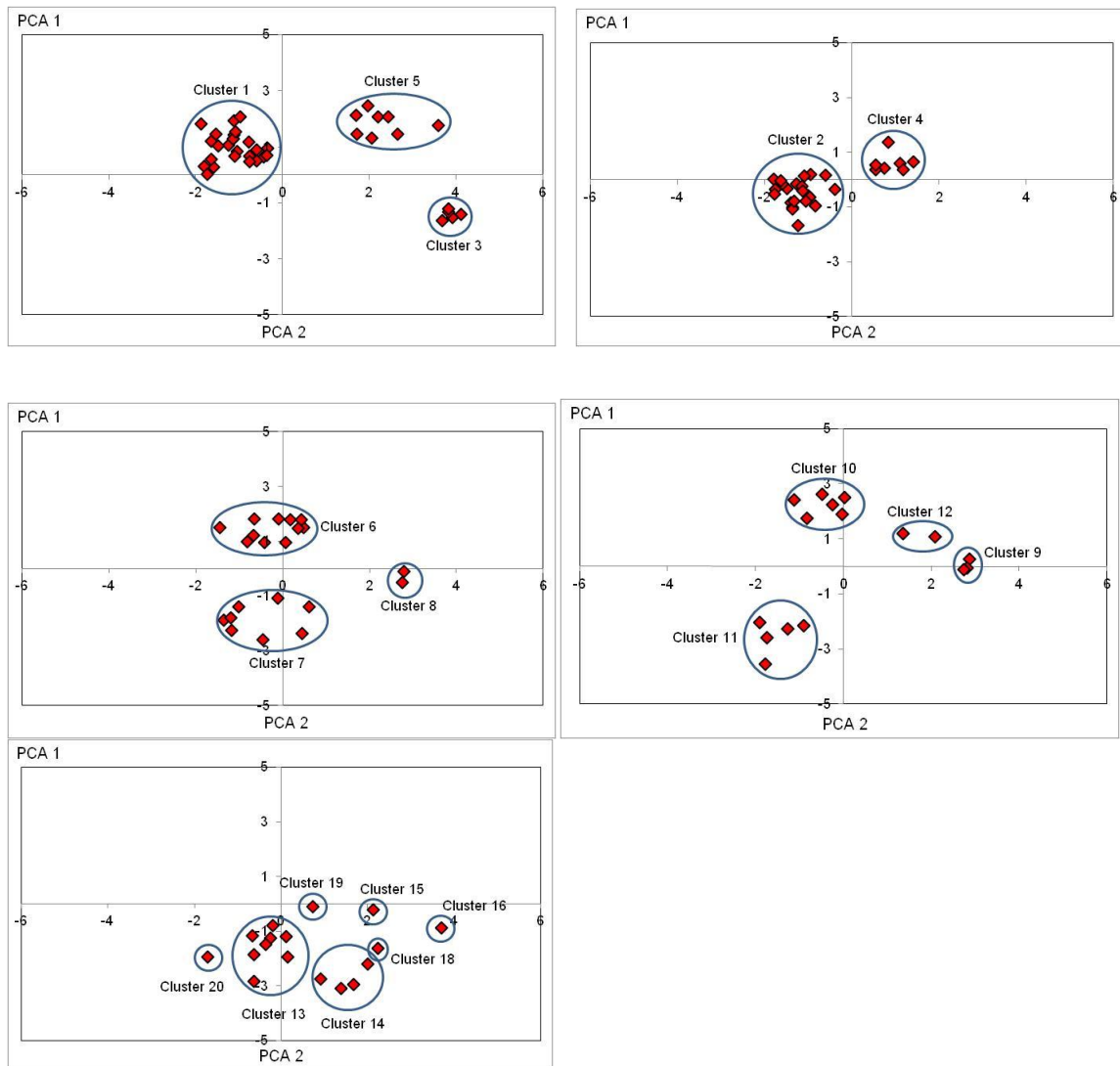


Abb. 7.13: Clusterdarstellung in der Hauptkomponentenanalyse

## 7.4 Welthopfsortiment (Ernte 2011)

Vom Welthopfsortiment werden auch jedes Jahr die ätherischen Öle mit Headspace-Gaschromatographie und die Bitterstoffe mit HPLC analysiert. Die Tab. 7.8 zeigt die Ergebnisse des Erntejahres 2011. Sie kann als Hilfsmittel dienen, um unbekannte Hopfsorten einem bestimmten Sortentyp zuzuordnen.

Tab. 7.8: Welthopfensortiment 2011

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	$\gamma$ -Muurolen	$\beta$ -Selinen	$\alpha$ -Selinen	Cadinen	Selinadien	Geraniol	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	$\beta/\alpha$	Cohumulon	Colupulon
Admiral	3304	290	4	21	26	0	6	285	5	8	5	2	18	0	0	15,0	6,7	0,45	39,9	60,6
Agnus	1660	29	1	4	7	1	2	127	0	7	6	6	14	0	1	12,0	8,1	0,67	37,4	53,1
Ahil	7696	338	7	4	16	2	8	172	119	6	10	9	13	0	3	9,6	4,5	0,47	37,7	59,0
Alliance	862	91	1	2	15	0	5	289	2	9	5	3	18	0	0	7,2	3,6	0,51	29,7	56,5
Alpharoma	2865	310	20	13	20	0	10	286	20	9	5	2	19	0	2	10,3	2,6	0,25	27,3	62,0
Apollo	2329	60	8	31	4	5	4	182	0	6	3	2	13	0	2	16,8	8,6	0,51	28,2	52,2
Apolon	7586	63	7	11	26	0	1	184	119	6	10	8	14	0	4	7,0	3,8	0,54	29,7	56,5
Aquila	4110	62	4	121	23	32	15	18	0	8	58	60	10	75	5	7,7	3,8	0,49	45,5	76,8
Aromat	727	18	1	3	26	0	16	334	5	12	9	4	23	0	0	4,6	5,2	1,13	29,3	45,3
Atlas	4123	444	8	7	18	0	1	169	63	6	13	11	13	0	5	7,2	3,8	0,52	35,3	61,7
Aurora	5095	91	2	50	35	0	25	274	38	8	7	3	17	0	1	10,3	4,2	0,41	21,3	47,4
Backa	1633	371	1	8	27	0	7	268	10	9	7	4	19	0	0	8,6	5,8	0,67	40,2	59,2
Belgisch Spalter	818	41	1	5	16	13	10	175	0	11	33	34	17	50	0	8,1	4,8	0,60	28,4	51,0
Blisk	5645	193	12	8	25	0	3	182	117	7	10	9	14	0	3	10,6	4,4	0,41	32,4	59,9
Boadicea	1768	61	1	9	4	2	2	117	13	5	6	6	12	0	1	7,3	4,8	0,65	19,6	39,2
Bobek	10939	207	8	140	56	0	17	241	57	7	6	5	15	0	2	8,0	5,9	0,74	24,5	46,0
Bor	2077	55	1	33	8	0	7	289	0	7	5	3	16	0	1	14,2	5,8	0,41	24,8	51,2
Bramling Cross	1001	135	5	5	37	0	13	290	0	9	10	5	19	0	2	7,0	4,4	0,64	35,6	55,1
Braustern	1268	49	1	21	7	0	6	256	0	9	5	3	17	0	1	13,4	7,5	0,56	27,4	48,4
Bravo	6375	140	23	12	12	4	4	138	0	14	11	9	30	14	5	15,7	4,5	0,29	35,2	56,7
Brewers Gold	2118	137	7	10	11	0	1	141	0	6	9	9	13	0	2	9,4	5,2	0,56	41,3	66,0

Fortsetzung Tabelle 7.8

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	$\gamma$ -Muu-rolen	$\beta$ -Seli-nen	$\alpha$ -Seli-nen	Cadi-nen	Selina-dien	Gera-niol	$\alpha$ -Säu-ren	$\beta$ -Säu-ren	$\beta/\alpha$	Cohu-mulon	Colu-pulon
Brewers Stand	11778	453	17	38	64	26	22	41	0	65	102	94	111	130	9	8,4	4,0	0,48	24,7	50,7
Buket	2698	133	2	63	21	0	11	239	18	8	5	2	17	0	1	11,2	6,5	0,58	25,1	46,5
Bullion	2705	97	7	23	12	0	2	133	0	6	10	9	13	0	1	9,6	6,9	0,72	37,9	54,3
Cascade	4741	195	13	10	17	0	7	224	26	8	16	12	18	0	2	6,8	5,4	0,80	35,3	52,2
Chang bei 1	1685	4	3	5	31	0	14	234	13	9	23	22	18	30	0	5,7	6,0	1,05	24,5	43,3
Chang bei 2	1322	4	2	2	29	0	16	236	9	9	24	23	18	32	0	5,8	5,7	0,98	25,6	44,0
College Cluster	811	72	6	10	5	0	4	132	0	4	7	7	9	0	1	8,7	3,3	0,38	25,8	53,2
Columbus	3881	117	11	9	12	1	3	135	0	17	13	9	34	15	1	17,0	5,9	0,35	28,1	52,3
Comet	1999	29	4	47	9	0	2	6	0	2	36	40	3	14	1	10,9	4,5	0,41	37,8	59,1
Crystal	1382	50	1	20	33	35	10	185	0	12	43	43	18	60	0	3,8	5,8	1,54	20,1	42,7
Density	1106	137	5	7	38	0	16	302	0	9	10	4	19	0	0	6,7	4,1	0,62	36,4	57,0
Diva	4487	142	4	22	40	0	25	274	7	11	114	126	18	0	2	7,6	5,4	0,71	24,8	47,1
Early Choice	892	59	0	13	5	0	5	277	0	9	73	77	21	0	0	5,0	3,1	0,63	27,1	51,7
Eastwell Golding	1017	46	1	7	12	0	5	287	0	8	6	5	17	0	1	7,4	4,4	0,59	28,8	53,0
Emerald	888	31	3	8	6	0	6	301	0	8	5	3	16	0	1	8,8	6,2	0,71	28,6	47,7
Eroica	2614	280	11	56	6	6	5	161	0	6	10	10	13	0	1	8,7	8,4	0,98	40,2	61,7
Estera	1294	86	1	5	21	0	6	277	7	8	6	4	18	0	0	4,9	4,5	0,92	28,9	47,8
First Gold	4527	421	2	13	29	4	12	276	10	9	105	119	21	0	1	10,7	4,2	0,39	26,7	57,4
Fuggle	1403	87	1	7	18	0	6	256	8	9	5	2	17	0	0	5,1	3,7	0,71	27,5	46,6
Galena	4020	295	18	97	6	9	5	162	0	7	9	8	14	0	1	10,1	9,2	0,91	39,7	62,3

Fortsetzung Tabelle 7.8

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	$\gamma$ -Muurolen	$\beta$ -Selinen	$\alpha$ -Selinen	Cadinen	Selinadien	Geraniol	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	$\beta/\alpha$	Columolon	Colupulon
Ging Dao Do Hua	2450	438	1	3	21	0	9	244	0	14	43	48	29	0	3	8,4	5,2	0,61	42,8	63,7
Glacier	2624	29	2	5	35	0	9	282	0	8	6	4	17	0	1	6,9	8,2	1,19	11,7	35,8
Golden Star	2612	433	1	4	24	0	12	242	0	14	40	39	29	0	4	7,8	4,4	0,56	43,0	65,5
Granit	1146	45	3	6	6	3	12	190	0	6	11	10	13	0	1	9,7	5,9	0,61	28,5	48,7
Hallertauer Gold	1399	65	14	4	26	0	7	301	0	11	7	4	20	0	1	6,7	6,0	0,91	23,6	43,9
Hallertauer Magnum	4230	77	26	20	8	3	4	278	0	6	4	2	14	0	1	16,1	7,1	0,44	28,7	48,9
Hallertauer Merkur	2341	96	7	4	16	3	4	277	0	8	5	3	17	0	0	12,6	6,2	0,50	18,6	40,9
Hallertauer Mfr.	350	60	1	1	23	0	9	334	0	13	6	3	23	0	0	3,9	4,3	1,09	19,1	37,0
Hallertauer Taurus	10098	91	8	20	45	0	10	263	0	8	63	73	19	0	1	18,5	5,8	0,31	22,8	45,4
Hallertauer Tradition	650	63	7	3	30	0	11	316	0	10	11	8	0	0	0	6,2	5,0	0,80	21,5	42,4
Harmony	2673	18	3	12	25	0	14	257	0	9	76	86	16	0	1	9,7	6,5	0,67	17,4	35,1
Herald	4623	275	3	88	11	0	18	200	0	7	31	33	16	0	2	11,7	4,7	0,40	34,1	56,2
Herkules	6092	200	32	69	11	0	8	286	0	7	5	3	16	0	2	16,9	5,7	0,34	35,7	53,6
Hersbrucker Pure	1986	46	2	7	26	18	13	209	0	11	32	32	17	50	0	5,9	3,2	0,55	21,8	41,7
Hersbrucker Spät	1501	41	1	11	40	36	10	167	0	13	50	49	16	68	1	2,7	8,0	2,93	15,7	40,3
Hüller Anfang	345	60	6	1	15	0	8	322	0	12	6	3	21	0	0	4,3	5,5	1,3	23,6	41,9
Hüller Aroma	440	47	2	1	21	0	8	333	0	12	7	3	22	0	0	4,5	5,2	1,14	25,3	45,2
Hüller Bitter	3048	107	24	4	30	13	9	160	0	40	51	48	68	68	2	7,0	6,6	0,95	26,7	46,1
Hüller Fortschritt	673	26	7	2	22	0	9	317	0	11	7	4	21	0	0	4,5	6,0	1,32	27,5	43,9
Hüller Start	253	32	1	1	9	0	10	348	0	12	7	3	22	0	0	3,9	5,0	1,27	24,0	42,7

Fortsetzung Tabelle 7.8

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	$\gamma$ -Muurolen	$\beta$ -Selinen	$\alpha$ -Selinen	Cadien	Selinadien	Geraniol	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	$\beta/\alpha$	Columon	Colupulon
Jap. C 730	340	9	5	13	6	0	4	194	10	6	6	5	13	0	1	5,6	2,9	0,53	28,5	49,8
Jap. C 845	1279	15	4	17	5	0	4	284	23	8	4	3	16	0	1	10,8	4,9	0,45	22,3	39,5
Kirin 1	1783	399	1	3	21	0	9	230	0	16	42	47	33	0	4	6,9	4,4	0,63	45,4	65,8
Kirin 2	2272	473	1	3	20	0	9	230	0	17	48	55	33	0	3	7,5	4,7	0,62	43,1	63,7
Kumir	1826	57	2	10	18	0	8	287	5	8	5	3	16	0	1	11,1	5,6	0,50	24,8	48,4
Late Cluster	14918	343	23	48	52	34	20	43	0	57	86	1	105	108	5	8,9	5,1	0,58	27,0	49,0
Lubelski	1324	9	1	4	21	0	14	320	15	8	7	4	18	0	0	6,5	6,9	1,06	26,3	43,4
Malling	866	39	1	3	21	0	8	271	6	10	7	5	19	0	0	5,7	4,7	0,83	33,1	51,6
Marynka	2429	129	2	20	6	5	5	147	85	5	9	8	12	0	2	10,7	6,7	0,63	26,3	47,2
Mt. Hood	458	30	8	4	12	0	5	230	0	12	5	3	21	0	1	5,0	4,4	0,89	19,2	44,6
Neoplanta	1151	44	1	16	4	0	4	210	13	8	4	2	16	0	0	11,8	5,2	0,44	33,5	62,1
Neptun	2227	105	20	5	15	0	3	208	0	8	5	3	17	0	0	12,9	5,0	0,39	22,8	41,9
Northern Brewer	1661	45	1	26	7	0	6	260	0	8	5	2	16	0	1	10,2	5,4	0,53	24,6	45,1
Nugget	2389	70	2	14	17	3	4	166	0	5	9	9	11	0	0	13,6	4,9	0,36	27,7	54,7
NZ Hallertauer	2745	107	1	19	29	6	6	156	9	9	23	22	15	33	2	8,2	9,0	1,10	36,4	48,9
Olympic	2414	75	1	20	15	2	2	160	0	5	10	9	10	0	1	15,4	5,5	0,36	27,8	53,4
Opal	2453	33	9	23	24	0	7	231	0	7	5	5	16	13	1	9,5	5,9	0,62	13,7	31,3
Orion	675	70	3	3	15	0	5	216	0	10	5	3	20	0	0	7,7	5,9	0,76	30,1	47,9
PCU 280	564	19	0	5	3	0	4	293	0	8	4	3	16	0	0	9,5	5,5	0,58	29,3	51,9
Perle	1035	68	2	15	5	0	4	265	0	8	4	2	16	0	0	8,3	5,1	0,61	31,0	53,7



Fortsetzung Tabelle 7.8

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	$\gamma$ -Muu-rolen	$\beta$ -Seli-nen	$\alpha$ -Seli-nen	Cadi-nen	Selina-dien	Gera-niol	$\alpha$ -Säu-ren	$\beta$ -Säu-ren	$\beta/\alpha$	Cohu-mulon	Colu-pulon
Phoenix	2052	132	2	8	5	0	6	263	8	8	61	68	19	0	1	11,9	6,3	0,53	24,5	44,9
Pilgrim	6480	436	6	115	14	0	17	279	0	8	81	94	15	0	3	9,3	4,5	0,48	35,0	57,9
Pilot	11405	779	17	128	87	22	52	57	0	12	439	503	29	0	6	8,1	4,1	0,50	36,9	59,3
Pioneer	4317	368	3	148	10	3	18	208	0	7	31	29	16	0	3	11,6	4,7	0,41	31,1	59,3
Premiant	1541	65	3	6	24	0	9	294	2	9	5	3	17	0	0	10,0	4,9	0,49	28,2	52,4
Pride of Kent	1254	28	1	3	24	0	6	295	0	8	6	3	17	0	0	7,7	3,7	0,48	30,2	55,4
Progress	13679	365	22	44	52	32	17	36	0	64	95	91	115	133	4	10,1	5,0	0,49	26,8	50,7
Rubin	3070	76	15	8	10	0	4	239	0	10	69	73	21	0	2	14,3	4,8	0,33	31,1	50,1
Saazer	1110	10	1	5	23	0	18	338	13	10	9	5	21	0	2	3,4	4,4	1,32	23,2	40,1
Saphir	2295	29	4	22	25	14	19	197	0	8	19	16	15	26	0	4,9	7,7	1,57	12,9	41,3
Serebrianker	213	47	1	1	23	0	8	216	0	14	44	41	26	0	1	2,9	5,4	1,85	32,8	43,8
Sirem	936	12	2	4	26	0	18	303	8	11	9	5	22	0	0	6,0	6,4	1,05	30,1	45,3
Sladek	1615	43	2	9	19	0	9	290	3	8	5	3	17	0	1	13,1	5,6	0,42	25,3	50,7
Smaragd	2088	29	8	21	31	0	9	272	0	8	8	7	18	25	2	7,0	5,4	0,76	16,7	39,3
Spalter	1552	8	1	5	25	0	18	331	20	10	9	4	20	0	3	3,4	4,9	1,46	24,0	41,8
Spalter Select	4800	47	15	10	76	26	17	194	62	11	33	30	17	51	0	5,6	5,6	1,00	21,2	42,2
Sterling	2645	86	2	26	16	3	4	161	0	5	10	9	10	0	0	14,7	5,6	0,38	26,8	51,8
Strisselspalter	1925	39	2	12	30	29	10	192	0	11	42	43	16	49	1	5,4	6,3	1,17	17,5	35,7
Super Alpha	3860	236	9	15	41	0	11	288	0	7	6	3	16	0	2	9,5	4,3	0,45	32,9	62,4
Super Galena	2527	163	20	57	6	4	4	172	0	7	4	2	14	0	2	10,8	9,1	0,85	40,4	61,1

Fortsetzung Tabelle 7.8

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	$\gamma$ -Muu-rolen	$\beta$ -Seli-nen	$\alpha$ -Seli-nen	Cadi-nen	Selina-dien	Gera-niol	$\alpha$ -Säu-ren	$\beta$ -Säu-ren	$\beta/\alpha$	Cohu-mulon	Colu-pulon
Talisman	1742	48	1	20	7	0	5	247	0	8	6	4	16	0	1	11,7	6,3	0,54	27,2	49,6
Tettnanger	1199	7	2	5	23	0	20	340	16	11	8	3	22	0	3	3,4	4,4	1,27	22,7	40,8
Toyomidori	1694	184	6	97	13	0	14	196	0	23	19	12	44	16	2	11,1	5,4	0,48	32,4	56,2
Urozani	1280	16	2	4	37	0	11	233	11	10	22	20	20	26	0	5,8	7,8	1,34	27,3	43,7
USDA 21055	3225	304	2	151	7	0	3	107	38	6	14	14	13	0	1	11,8	3,1	0,26	35,5	77,7
Vojvodina	2787	86	1	26	10	0	8	237	2	7	6	4	15	0	0	9,3	5,0	0,53	28,9	53,0
WFG	870	19	1	3	23	0	14	304	6	10	10	6	20	4	1	5,8	5,9	1,02	27,2	45,0
Willamette	972	72	1	4	16	0	4	248	6	8	6	4	16	0	1	4,1	3,6	0,89	34,5	52,9
Wye Challenger	4294	220	3	33	31	0	14	263	6	9	59	66	19	0	0	7,0	4,9	0,7	23,5	45,3
Wye Northdown	1589	47	1	13	10	0	5	246	0	8	5	2	16	0	1	11,4	6,5	0,57	29,2	50,3
Wye Target	2728	134	3	13	23	3	9	149	0	15	12	8	31	10	1	11,7	5,7	0,49	32,8	55,4
Wye Viking	1458	74	2	17	13	0	20	241	24	8	40	39	18	0	0	6,5	4,9	0,76	26,2	45,6
Yeoman	2207	160	8	10	7	0	4	222	0	7	46	50	17	0	1	15,7	6,8	0,43	27,6	49,4
Zatecki	1324	88	1	9	22	0	6	269	8	9	6	4	18	0	0	5,0	4,5	0,90	27,6	47,1
Zenith	1817	52	1	13	18	0	7	276	0	9	91	103	21	0	0	10,9	4,8	0,44	25,1	49,0
Zeus	3744	77	9	8	9	0	3	136	0	17	13	9	35	14	1	16,3	5,2	0,32	31,8	55,4
Zitic	1820	3	1	10	9	4	8	291	4	8	5	3	17	0	3	7,6	6,3	0,82	28,2	46,7
Zlatan	1276	16	3	6	39	0	26	337	12	11	10	3	22	0	0	5,2	6,1	1,18	32,7	46,7

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

## 7.5 Qualitätssicherung bei der $\alpha$ -Säurenbestimmung für die Hopfenlieferungsverträge

### 7.5.1 Ringanalysen zur Ernte 2012

Seit dem Jahr 2000 gibt es bei den Hopfenlieferverträgen eine Zusatzvereinbarung, in der die  $\alpha$ -Säuregehalte Berücksichtigung finden. Der im Vertrag vereinbarte Preis gilt, wenn der  $\alpha$ -Säuregehalt in einem sogenannten 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 verfahren wird (Probenteilung, Lagerung), welche Laboratorien die Nachuntersuchungen durchführen und welche Toleranzbereiche für die Analysenergebnisse zugelassen sind. Auch im Jahr 2012 hatte die Arbeitsgruppe IPZ 5d wieder die Aufgabe, Ringanalysen zu organisieren und auszuwerten, um die Qualität der  $\alpha$ -Säureanalytik sicherzustellen.

Im Jahr 2012 haben sich folgende Laboratorien an dem Ringversuch beteiligt:

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

Der Ringversuch startete im Jahr 2012 am 4. September und endete am 2. November, da in dieser Zeit der Großteil der Hopfenpartien in den Laboratorien untersucht wurde. Insgesamt wurde der Ringversuch neunmal (9 Wochen) durchgeführt. 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 gewährleisten. Jeweils am Montag wurden die Proben in Hüll mit einer Hammermühle vermahlen, mit einem Probenteiler geteilt, vakuumverpackt und zu den einzelnen Laboratorien gebracht. An den darauf folgenden Wochentagen wurde immer eine Probe pro Tag analysiert. Die Analysenergebnisse wurden eine Woche später nach Hüll zurückgegeben und dort ausgewertet. Im Jahr 2012 wurden insgesamt 34 Proben analysiert.

Die Auswertungen wurden so schnell wie möglich an die einzelnen Laboratorien weitergegeben. Die Abb. 7.14 zeigt eine Auswertung als Beispiel, wie ein Ringversuch im Idealfall aussehen sollte. Die Nummerierung der Laboratorien (1-7) entspricht nicht der obigen Zusammenstellung. Die Berechnung der Ausreissertests erfolgt gemäß DIN ISO 5725. Innerhalb der Laboratorien wurde der Cochran-Test und zwischen den Laboratorien der Grubbs-Test gerechnet.

**Nr. 5: HSR (11.09.2012)**

Labor	KW		mittel	s	cvr
1	4,93	4,93	4,93	0,000	0,0
2	4,87	4,78	4,83	0,064	1,3
3	4,95	4,94	4,95	0,007	0,1
4	4,85	4,91	4,88	0,042	0,9
5	4,99	4,96	4,98	0,021	0,4
6	4,81	4,87	4,84	0,042	0,9
7	4,77	4,85	4,81	0,057	1,2

<b>mean</b>	4,89
<b>sr</b>	0,040
<b>sL</b>	0,058
<b>sR</b>	0,071
<b>vkR</b>	0,82
<b>vkR</b>	1,44
<b>r</b>	0,11
<b>R</b>	0,20
<b>Min</b>	4,77
<b>Max</b>	4,99

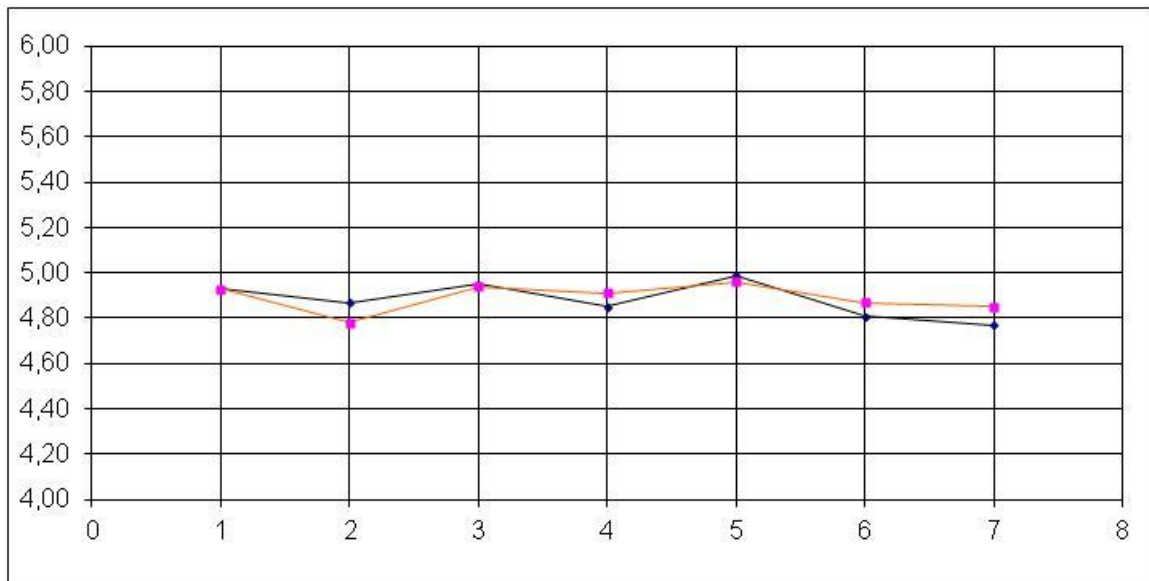


Abb. 7.14: Auswertung einer Ringanalyse

In der Tab. 7.9 sind die Ausreißer des Jahres 2012 zusammengestellt.

Tab. 7.9: Ausreißer des Jahres 2012

Probe	Cochran		Grubbs	
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$
27	0	0	0	1
31	0	0	0	1
34	0	0	0	1
<b>Gesamt:</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>

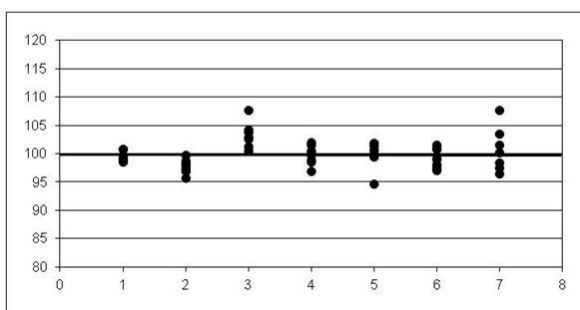
Die Tab. 7.10 zeigt die aus der Methodensammlung der European Brewery Convention (EBC 7.4, konduktometrische Titration) abgeleiteten Toleranzgrenzen (d kritisch, Schmidt, R., NATECO<sub>2</sub>, Wolzach) und deren Überschreitungen in den Jahren 2000 bis 2012.

Tab. 7.10: Toleranzgrenzen der Methode EBC 7.4 und deren Überschreitungen in den Jahren 2000 bis 2012

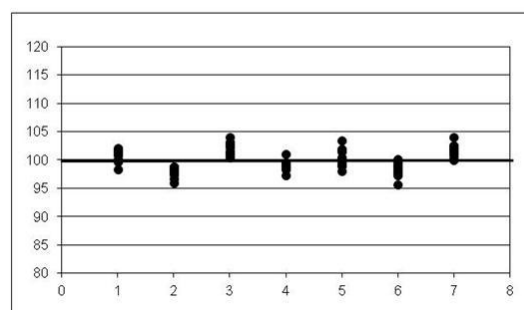
	bis 6,2 %	6,3 % - 9,4 %	9,5 % - 11,3 %	ab 11,4 %
d kritisch	+/-0,3	+/-0,4	+/-0,5	+/-0,6
Bereich	0,6	0,8	1,0	1,2
Überschreitungen				
im Jahr 2000	0	3	0	3
im Jahr 2001	2	1	0	2
im Jahr 2002	4	4	2	4
im Jahr 2003	1	1	1	0
im Jahr 2004	0	0	0	4
im Jahr 2005	1	0	1	3
im Jahr 2006	2	0	1	0
im Jahr 2007	1	0	0	0
im Jahr 2008	2	0	0	6
im Jahr 2009	3	2	0	4
im Jahr 2010	0	0	0	1
Im Jahr 2011	1	0	0	1
Im Jahr 2012	0	0	0	1

Im Jahr 2012 gab es insgesamt eine Überschreitung der zugelassenen Toleranzgrenzen. In der Abb. 7.15 sind alle Analysenergebnisse für jedes Labor als relative Abweichungen zum Mittelwert (= 100 %) differenziert nach  $\alpha$ -Säuregehalten <5 %,  $\geq 5$  % und <10 % sowie  $\geq 10$  % zusammengestellt. Aus dieser Grafik kann man sehr gut erkennen, ob ein Labor tendiert zu hohe oder zu tiefe Werte zu analysieren.

Proben mit  $\alpha$ -Säuregehalten < 5 %



Proben mit  $\alpha$ -Säuregehalten  $\geq 5$  % and < 10 %



Proben mit  $\alpha$ -Säuregehalten  $\geq 10$  %

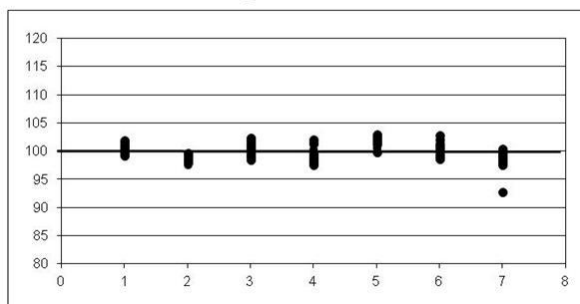


Abb. 7.15: Analysenergebnisse der Laboratorien relativ zum Mittelwert

Das Hüller Labor hat die Nummer 5.

## 7.5.2 Auswertung von Kontrolluntersuchungen

Zusätzlich zu den Ringversuchen werden seit dem Jahr 2005 Kontrolluntersuchungen durchgeführt, die die Arbeitsgruppe IPZ 5d auswertet und dann die Ergebnisse an die beteiligten Laboratorien sowie an den Hopfenpflanzler- und Hopfenwirtschaftsverband weitergibt. Ein Erstuntersuchungslabor wählt drei Proben pro Woche aus, die dann gemäß des Pflichtenhefts der AHA von drei verschiedenen Laboratorien analysiert werden. Der Erstuntersuchungswert gilt, wenn der Mittelwert der Nachuntersuchung und der Erstuntersuchungswert innerhalb der Toleranzgrenzen (Tab. 7.11) liegen. Die Tab. 7.11 zeigt die Ergebnisse des Jahres 2012. Seit dem Jahr 2005 wurden bisher alle Erstuntersuchungswerte bestätigt.

Tab. 7.11: Kontrolluntersuchungen des Jahres 2012

Proben- bezeichnung	Erstuntersuchungs- labor	Erstunter- suchung	Nachuntersuchung			Mittel- wert	Ergebnis bestätigt
			1	2	3		
KW 36 HPE	HHV Au	7,2	7,3	7,3	7,6	7,40	ja
KW 36 HNB	HHV Au	9,9	9,7	9,9	10,2	9,93	ja
KW 36 HHM	HHV Au	15,0	14,7	14,9	15,0	14,87	ja
HPE	NATECO2 Wolnzach	8,1	7,7	7,7	8,0	7,80	ja
HHT 1	NATECO2 Wolnzach	6,2	5,8	5,9	6,1	5,93	ja
HHT 2	NATECO2 Wolnzach	6,2	5,8	5,9	6,2	5,97	ja
HPE1-KW 38	HVG Mainburg	9,7	9,5	9,5	9,8	9,60	ja
HPE2-KW 38	HVG Mainburg	10,0	10,0	10,1	10,2	10,10	ja
HTU-KW 38	HVG Mainburg	15,8	15,3	15,4	15,5	15,40	ja
KW 39 HPE	HHV Au	8,0	8,2	8,2	8,3	8,23	ja
KW 39 HHM	HHV Au	13,9	13,9	14,0	14,1	14,00	ja
KW 39 HHS	HHV Au	16,0	16,0	16,3	16,3	16,20	ja
HTU	NATECO2 Wolnzach	16,7	16,3	16,6	16,7	16,53	ja
HHS 1	NATECO2 Wolnzach	17,5	17,5	17,7	17,9	17,70	ja
HHS 2	NATECO2 Wolnzach	15,1	14,7	15,1	15,2	15,00	ja
EHM 1 - KW 41	HVG Mainburg	13,4	12,8	13,0	13,1	12,97	ja
EHM 1 - KW 41	HVG Mainburg	12,1	11,6	11,8	11,8	11,73	ja
HHS.- KW 41	HVG Mainburg	15,8	15,6	15,7	16,0	15,77	ja
KW 42 HNU	HHV Au	11,6	11,5	11,7	11,9	11,70	ja
KW 42 HNB	HHV Au	9,1	8,9	9,1	9,3	9,10	ja
KW 42 HHS	HHV Au	16,8	16,4	16,7	16,8	16,63	ja
HNB	NATECO2 Wolnzach	9,2	8,8	8,8	9,0	8,87	ja
HNU	NATECO2 Wolnzach	11,0	10,7	10,7	10,9	10,77	ja
HHM	NATECO2 Wolnzach	13,5	13,4	13,4	13,5	13,43	ja
HHS – KW 44	HVG Mainburg	15,9	15,4	15,6	15,6	15,53	ja
HHT – KW 44	HVG Mainburg	7,1	6,9	7,2	7,3	7,13	ja
HPE – KW 44	HVG Mainburg	8,5	8,2	8,4	8,5	8,37	ja

## 7.6 Herstellung von reinen $\alpha$ -Säuren und deren ortho-Phenylendiamin-Komplexen zur Überprüfung und Kalibrierung der HPLC-Standards

Im Herbst 2010 wurde von der AHA der internationale Kalibrierextrakt ICE 3 eingeführt. Das Hüller Labor hatte dabei die Aufgabe,  $\alpha$ -Säuren in möglichst hoher Reinheit (>98 %) herzustellen, die für dessen Kalibrierung und Überprüfung als Standard benötigt werden. Die Stabilität des Kalibrierextrakts wird zweimal im Jahr von den AHA-Laboratorien überprüft. Aus einem CO<sub>2</sub>-Extrakt mit einem hohen  $\alpha$ -Säuregehalt wird zunächst durch Umsetzung mit ortho-Phenylendiamin der ortho-Phenylendiamin-Komplex dargestellt (Abb. 7.16).

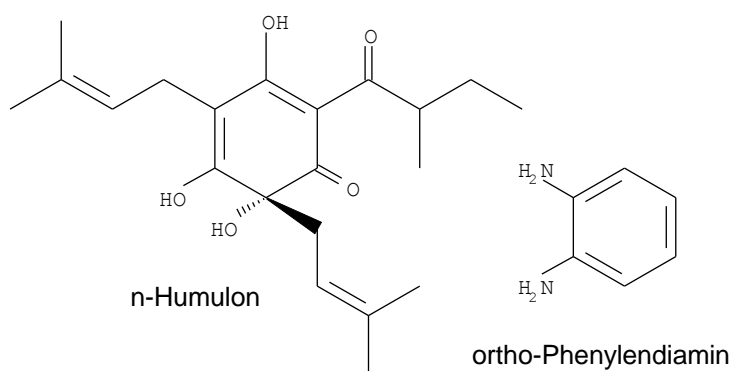


Abb. 7.16: ortho-Phenylendiamin-Komplex und dessen chemische Struktur

Dieser Komplex kann durch mehrfache Umkristallisation aufgereinigt werden. Aus dem Komplex werden dann die reinen  $\alpha$ -Säuren freigesetzt. Es hat sich herausgestellt, dass der Komplex selbst sehr stabil ist und als Standard für die ICE Überprüfungen benutzt werden kann.

## 7.7 Hüller Special-Flavor-Hops

### 7.7.1 Biogenese der ätherischen Öle

Der Gesamtgehalt der ätherischen Öle als auch die Zusammensetzung der Öle ist wesentlich stärker vom Erntezeitpunkt abhängig als der alpha-Säuregehalt (Abb. 7.17 und Abb. 7.18).

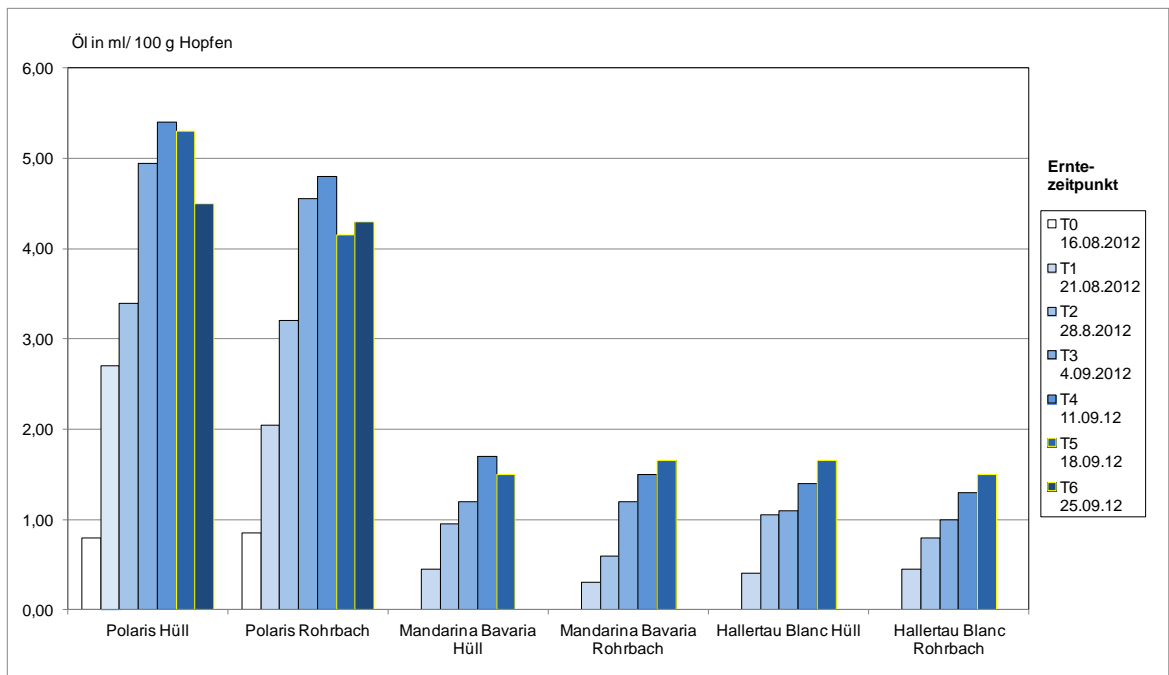


Abb. 7.17: Biogenese des Gesamtölgehalts der neuen Hüller Special-Flavor-Hops

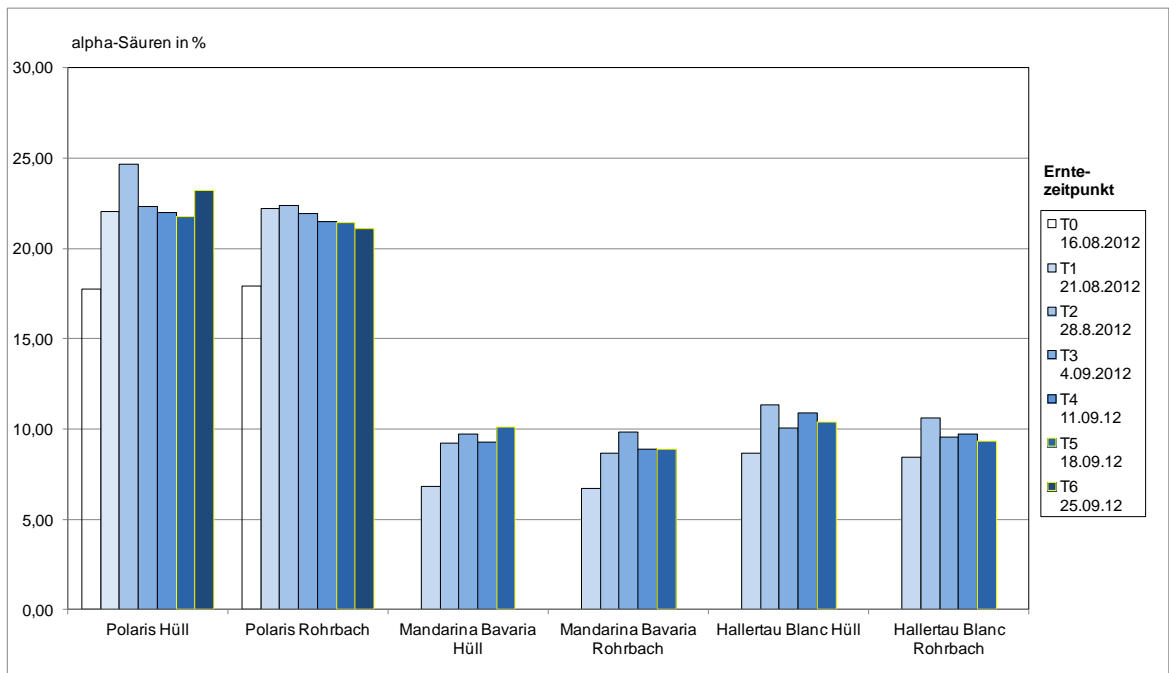


Abb. 7.18: Biogenese der alpha-Säuren der neuen Hüller Special-Flavor-Hops



Auch die Zusammensetzung der ätherischen Öle ist vom Erntezeitpunkt abhängig. Der Myrcengehalt steigt stärker als die anderen Ölkomponente. Die Abb. 7.19 zeigt dies am Beispiel der Sorte Polaris. Die anderen Sorten verhalten sich ähnlich.

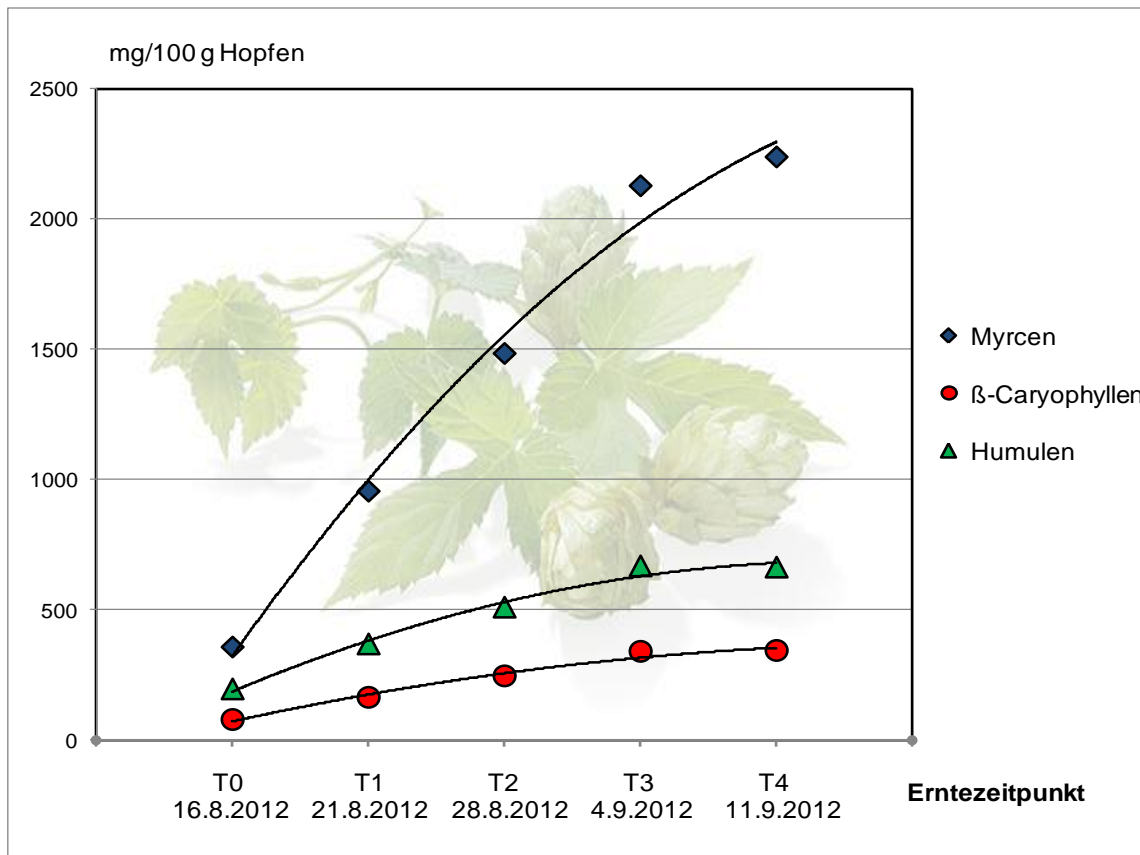


Abb. 7.19: Biogenese einzelner Ölkomponenten bei der Sorte Polaris

### 7.7.2 Verbesserung der Aromacharakterisierung

In diesem Projekt, das in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität München (WZW, Forschungszentrum Weihenstephan für Brau- und Lebensmittelqualität, Dr. M. Coelhan) durchgeführt wird und das von der Erzeugergemeinschaft HVG finanziell unterstützt wird, soll die Aromacharakterisierung verbessert und verfeinert werden, so dass in Zukunft eine bessere Basis für die weitere Züchtung von Flavor Hopfen geschaffen wird.

Folgendes Arbeitsprogramm wurde festgelegt und bereits begonnen:

- Identifizierung unbekannter Substanzen mit GC-MS
- Identifizierung aromaaktiver Substanzen mit GC-Sniffing
- Erste informative Untersuchungen über Schwefelverbindungen

## **7.8 Analysen für die Arbeitsgruppe IPZ 3d „Heil- und Gewürzpflanzen“**

Für die Arbeitsgruppe IPZ 3 Heil- und Gewürzpflanzen wurden folgende Spezialanalysen ausgeführt:

*Leonorus japonicus*: 32 Doppelbestimmungen des Gesamtflavonoidgehalts (spektral-photometrische Methode);

*Saposhnikova divaricata*: 32 Bestimmungen des Extraktgehalts (Heiethanolauszug) und 32 Bestimmungen Prim-O-Glukosyl-cimifugin sowie 4'-O-Beta-D-Glucosyl-5-O-Methylvisamminol (HPLC).

## **7.9 Kontrolle der Sortenechtheit**

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

Sortenüberprüfungen für die Lebensmittel- Überwachungsbehörden (Landratsämter)	19
davon Beanstandungen	0

## 8 Veröffentlichungen und Fachinformationen

### 8.1 Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit

	Anzahl		Anzahl
Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge	43	Führungen	68
LfL-Schriften	4	Ausstellungen und Poster	6
Pressemitteilungen	-	Aus- und Fortbildung	10
Beiträge in Rundfunk und Fernsehen	6	Diplomarbeiten	-
Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare	12	Mitarbeit in Arbeitsgruppen	36
Vorträge	71	Ausländische Gäste	151

### 8.2 Veröffentlichungen

#### 8.2.1 Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge

Kammhuber, K. (2012): 'Differentiation of the World Hop Collection by Means of the Low Weight Molecular Polyphenols', *Brewing Science*, Ausg.: Vol. 65, *Brewing Science-Monatsschrift für Brauwissenschaft*, S. 16 bis 23, Fachverlag Hans Carl

Kammhuber, K. (2012): 'Ergebnisse von Kontroll- und Nachuntersuchungen für Alphaverträge der Ernte 2011', *Hopfenrundschau*, Ausg.: Nummer 9, S. 288, Hrsg.: Verband deutscher Hopfenpflanzer e.V., *Hopfen-Rundschau*

Lutz, A. (2012): 'Hopfensorten', *Brauwelt Wissen*, *Hopfen - Vom Anbau bis zum Bier*, S. 118 bis 134, Fachverlag Hans Carl, ISBN: 978-3-418-00808-0

Lutz, A., Kammhuber, K., Ehrenstraßer, O., Hainzmaier, M., Kneidl, J., Petzina, C., Pflügl, U., Wyschkon, B., Suchostawski, Ch. (2012): 'Bonitierung und Ergebnisse für die Deutsche Hopfenausstellung 2012', *Hopfen Rundschau*, Ausg.: 11, S. 353 bis 356, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., *Hopfen-Rundschau*

Lutz, A., Seigner, E., Kammhuber, K. (2012): 'Neuer Trend in der Hüller Hopfenzüchtung - New German Special Flavor Hops from Hüll', *Hopfenrundschau International*, Ausg.: 2012/2013, S. 40 bis 49, Hrsg.: Verband deutscher Hopfenpflanzer

Münsterer, J. (2012): 'Untersuchung möglicher Methoden zur Steuerung der Tröpfchenbewässerung', *Hopfen-Rundschau*, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 6, S. 162 bis 166

Münsterer, J. (2012): 'Erste Untersuchungen zur Optimierung von Bandtrocknern', *Hopfen-Rundschau*, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 7, S. 200 bis 201

Münsterer, J. (2012): 'Hinweise für eine optimale Konditionierung des Hopfens', *Hopfen-Rundschau*, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 8, S. 232 bis 234

Niedermeier, E. (2012): 'Pflanzenstandsbericht April 2012', *Hopfen-Rundschau*, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 5, S. 148 bis 149

Niedermeier, E. (2012): 'Pflanzenstandsbericht Mai 2012', *Hopfen-Rundschau*, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 6, S. 182

Niedermeier, E. (2012): 'Pflanzenstandsbericht Juni 2012', *Hopfen-Rundschau*, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 7, S. 209

Niedermeier, E. (2012): 'Hygienisierung von Hopfenrebenhäcksel durch Heißbrotte', *Hopfen-Rundschau*, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 8, S. 239 bis 240

- Niedermeier, E. (2012): 'Pflanzenstandsbericht Juli 2012', Hopfen-Rundschau, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 8, S. 254
- Niedermeier, E. (2012): 'Pflanzenstandsbericht August 2012', Hopfen-Rundschau, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 9, S. 285
- Niedermeier, E., Dr. Weihrauch, F. (2012): 'Hopfenforschungszentrum Hüll präsentierte sich auf der "Woche der Umwelt" in Berlin', Hopfen-Rundschau, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 10, S. 318 bis 319
- Oberhollenzer, K., Seigner, E., Eichmann, R., Hückelhoven, R. (2012): 'Technique for Functional Analysis of Genes Associated with Powdery Mildew Resistance in Hops', Book of Abstracts, 3rd ISHS International Humulus Symposium, S. 26 bis 26, Hrsg.: International Society for Horticultural Sciences, Hop Research Institute Co. Ltd. Zatec
- Portner, J. (2012): 'Aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstmeldungen. Hopfenbau-Ringfax Nr. 3, 4, 6, 7, 10, 12, 13, 15-22, 24, 26-27, 29-33, 35-40, 42-43, 47, 51, 53
- Portner, J. (2012): 'Nmin-Untersuchung in Hopfen und erste Empfehlung zur Stickstoffdüngung 2012', Hopfen-Rundschau, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 4, S. 114
- Portner, J. (2012): 'Gezielte Stickstoffdüngung des Hopfens nach DSN (Nmin)', Hopfen-Rundschau, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 4, S. 121
- Portner, J. (2012): 'Hinweise zur Rodung von Hopfenflächen', Hopfen-Rundschau, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 4, S. 122
- Portner, J., Brummer, A. (2012): 'Nmin-Untersuchung 2012', Hopfen-Rundschau, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 5, S. 138 bis 139
- Portner, J. (2012): 'Zwischenfruchteinsaat im Hopfen für KuLaP-Betriebe spätestens bis 30. Juni vornehmen!', Hopfen-Rundschau, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 6, S. 164
- Portner, J. (2012): 'Peronosporabekämpfung - Planen Sie Ihren Mitteleinsatz', Hopfen-Rundschau, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 6, S. 185
- Portner, J. (2012): 'Kostenfreie Rücknahme von Pflanzenschutzverpackungen - PAMIRA 2012', Hopfen-Rundschau, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 8, S. 234
- Portner, J. (2012): 'Rebenhäcksel bald möglichst ausbringen!', Hopfen-Rundschau, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 8, S. 251
- Portner, J. (2012): 'Hopfenkolloquium 2012 in Niedergoseln und Wermsdorf', Hopfen-Rundschau, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 9, S. 284 bis 285
- Portner, J. (2012): 'Fachkritik zur 125. Moosburger Hopfenschau 2012', Hopfen-Rundschau, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 10, S. 305 bis 307
- Portner, J., Dr. Gobor, Z., Dr. Fröhlich, G. (2012): 'Europäischer Innovationspreis für die Veröffentlichung über das Drahtaufhängegerät der Fa. Soller', Hopfen-Rundschau, Ausg.: 63. Jahrgang, Nr. 10, S. 310 bis 311
- Portner, J. (2012): 'Aktuelles zum Pflanzenschutz und Termine', Hopfenring-Information, 31.07.2012
- Portner, J. (2012): 'Fortbildungsveranstaltungen; KuLaP-Hinweise; Flächenzu- und -abgänge melden', Hopfenring-Information, 30.11.2012
- Portner, J. (2012): 'Hopfen', Bayerischer Agrarbericht
- Schwarz, J., Weihrauch, F., (2012): 'Versuche zur Reduzierung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau', LfL-Schriftenreihe, Ausg.: 4/2012, Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern. Öko-Landbau-Tag 2012 am 29. März 2012 in Freising-Weißenstephan, S. 107 bis 113, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), ISSN: 1611-4159
- Seigner, E. (2012): 'Welthopfenartenliste des Internationalen Hopfenbaubüros 2011', Hopfenrundschau, Ausg.: 63 (1), S. 12 bis 20
- Seigner, E., Lutz, A., Kammhuber, K., (2012): 'New Trend in Hop Breeding at the Hop Research Center Huell', BrewingScience, Ausg.: 65, BrewingScience - Monatsschrift für Brauwissenschaft, S. 24 bis 32, Fachverlag Hans Carl
- Seigner, E., Lutz, A., Kammhuber, K. (2012): 'Breeding for New Aroma Impressions in Hops', 10th International Trends in Brewing, S. 34 , Hrsg.: KaHo Sint-Lieven, Gent

Seigner, E.; Lutz, A. (2012): 'Züchtung von resistenten Hopfen mit besonderer Eignung für den Anbau in Niedriggerüstanlagen', Deutsche Forschungsberichte, Ausg.: F 12 B 2104, S. 1 bis 1, Hrsg.: Technische Informationsbibliothek Hannover

Weihrauch, F., Schwarz, J., (2012): 'Versuche zur Reduzierung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau.', Ausg.: 164, Berichte aus dem Julius Kühn-Institut, S. 46 bis 51, Hrsg.: Kühne, S., Friedrich, B., Röhrig, P., JKI Braunschweig, ISSN: 1866-590X

Weihrauch, F. (2012): 'The significance of Brown and Green Lacewings as aphid predators in the special crop hops (Neuroptera: Hemerobiidae, Chrysopidae)', Mitteilung der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie, Ausg.: 18, S. 587 bis 590, Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie (DGaE), ISSN: 0344-9084

Weihrauch, F. (2012): 'The arthropod fauna of hop cones, with specific consideration of the Neuroptera', DGaE-Nachrichten, Ausg.: 26 (1), S. 47 bis 48, Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie (DGaE), ISSN: 0931-4873

Weihrauch, F., Meier, H., (2012): 'Marktanalyse Öko-Hopfen 2012 - Deutschland, Europa, Welt', LfL-Schriftenreihe, Ausg.: 4/2012, Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern. Öko-Landbau-Tag 2012 am 29. März 2012 in Freising-Weihenstephan, S. 164 bis 168, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), ISSN: 1611-4159

Weihrauch, F. (2012): 'The arthropod fauna of hop cones, with specific consideration of the Neuroptera', Journal of Plant Diseases and Protection, Ausg.: 119, Report on the 30th Annual Meeting of the Working Group 'Beneficial Arthropods and Entomopathogenic Nematodes', Hrsg.: Herz, A., Ehlers, R.-U.

Weihrauch, F., Baumgartner, A., Felsl, M., Kammhuber, K., Lutz, A., (2012): 'The influence of aphid infestation during the hop growing season on the quality of harvested cones', Brewing Science, Ausg.: 65 (4), S. 83 bis 90

Weihrauch, F., Baumgartner, A., Felsl, M., Kneidl, J., Lutz, A. (2012): 'Simple is Beautiful: A New Biotest for the Aphid Tolerance Assessment of Different Hop Genotypes', Book of Abstracts, 3rd ISHS International Humulus Symposium, S. 40 bis 40, Hrsg.: Hop Research Institute Co.Ltd., Žatec

### 8.2.2 LfL-Schriften

Name	Arbeitsgruppe	LfL-Schriften	Titel
Kammhuber, K., Lutz, A., Portner, J., Schwarz, J., Seefeldler, S., Seigner, E., Sichelstiel, W., Weihrauch, F.	IPZ 5	LfL-Information	Jahresbericht 2011 – Sonderkultur Hopfen
Portner, J.	IPZ 5a	„Grünes Heft“	Hopfen 2012
Schwarz, J., Weihrauch, F.	IPZ 5b	LfL-Schriftenreihe	Versuche zur Reduzierung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau
Weihrauch, F., Meier, H.,	IPZ 5b	LfL-Schriftenreihe	Marktanalyse Öko-Hopfen 2012 - Deutschland, Europa, Welt

### 8.2.3 Beiträge in Rundfunk und Fernsehen

Name/AG	Sendetag	Thema	Titel der Sendung	Sender
Lutz Anton IPZ 5c	27.03.2012	Bier schmeckt nach Melone oder Mandarine	Regionalnachrichten Teleschau	IN-TV
Lutz Anton IPZ 5c	03.04.2012	Neue Hüller Hopfensorten mit besonderen Aromen	Nachrichten Bayern	Radio Charivari
Lutz, A. IPZ 5c	16.08.2012	Hopfen à la mode	Aus Schwaben und Altbayern	BR

Name/AG	Sendetag	Thema	Titel der Sendung	Sender
Lutz, A. IPZ 5c	21.09.2012	Aromahopfen aus der Hallertau	Unser Land	BR
Lutz, A. IPZ 5c	15.10.2012	Na denn - Prost! Von Hopfen, Malz und noch viel mehr	Future Trend Reportage	RTL
Lutz, A.; Seigner, E. IPZ 5c	22.04.2012	Mandarine und Gletschereis - Neue Hopfensorten	Aus Schwaben und Altbayern	BR

## 8.3 Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen

### 8.3.1 Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare

Veranstaltet durch	Thema	Teilnehmer	Datum/Ort
Doleschel, P., IPZ-L	Lizenzvertrag für neue Hopfensorten	Gesellschaft für Hopfenforschung, Hopfenpflanzerverband	10.01.12 Hüll
Doleschel, P., IPZ-L	Hallertauer Hopfenrundfahrt	Politiker, Staatsmin. Brunner, Hopfenwirtschaft, BVL	30.08.12 Wolnzach/Hüll
Münsterer, J., IPZ 5a	Workshop Optimierung der Tröpfchenbewässerung im Hopfen	Hopfenpflanzler mit Bewässerungstechnik	07.03.12 Wolnzach
Münsterer, J., IPZ 5a	Seminar: Optimierung der Hopfentrocknung	Hopfenpflanzler im Anbaubereich Hallertau	19.07.12 Wolnzach
Münsterer, J., IPZ 5a	Workshop Messmöglichkeiten zur Optimierung des Bandrockners im Hopfen	Hopfenpflanzler mit Bandrockner	23.08.12 Lobsing
Portner, J., IPZ 5a	Arbeitskreis "Unternehmensführung Hopfen"	Hopfenpflanzler (Arbeitskreismitglieder)	01.01.12 versch. Orte
Portner, J., IPZ 5a	Besprechung "Grünes Heft"	Kollegen der Hopfenforschung und -beratung in Deutschland	01.03.12 Hüll
Portner, J., IPZ 5a	Hopfen-Kolloquium	Hopfenforscher in Deutschland, Fachleute der Landesanstalten und Landesämter, Fachreferenten der Ministerien und Fachbehörden	09.-11.08.12 Niedergoseln und Wermsdorf
Portner, J., IPZ 5a	Hopfenbonitierung	Hopfenfachleute, Gerstenbauverband	18.09.12 Moosburg
Sichelstiel, W., IPZ 5b	Expert Working Group Minor Uses (EWG) - Hops	Hopfenfachleute, LfL, JKI, Verband Deutscher Hopfenpflanzler	26.-27.09.12 Wolnzach/Hüll
Lutz, A., IPZ 5c, Kammhuber, K., IPZ 5d	Hopfenbonitierung für VLB-Ausstellung in Berlin	Hopfenfachleute	02.10.12 Hüll
Seefelder, S., IPZ 5c, Niedermeier, E., IPZ 5a	Workshop Verticillium-Welke im Hopfen	Betroffene Hopfenpflanzler	31.01.12 Wolnzach

### 8.3.2 Vorträge

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum/ Ort
IPZ 5a	Fuß, S.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2012	LfL + AELF Pfaffenhofen/Ilm 45 Hopfenpflanzer	07.02.12 Lindach
IPZ 5a	Fuß, S.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen	LfL + AELF Erding 70 Hopfenpflanzer	09.02.12 Osseltshausen
IPZ 5a	Fuß, S.	Hopfenputzversuche und Aktuelles zum Pflanzenschutz	LfL 17 Mitarbeiter Joh. Barth & Sohn	06.06.12 Rohrbach
IPZ 5a	Fuß, S.	Hopfenputzversuche und Aktuelles zum Pflanzenschutz	IGN 27 Mitglieder	06.06.12 Rohrbach
IPZ 5a	Graf, T.	Vorstellung der Versuche zur Bewässerungssteuerung im Hopfenbau	Joh. Barth & Sohn GmbH & Co. KG 20 Hopfenpflanzer	12.11.12 Mainburg
IPZ 5a	Graf, T.	Projektvorstellung Tröpfchenbewässerung	Hopfenpflanzerverband Elbe-Saale, 95 Hopfenpflanzer	05.12.2012 Höfen/Grimma
IPZ 5a	Münsterer, J.	Versuche der LfL zur Tröpfchenbewässerung	Joh. Barth & Sohn GmbH & Co. KG, 22 Hopfenpflanzer	07.03.12 Bad Gögging
IPZ 5a	Münsterer, J.	Auswertung der Hopfenschlagkartei	LfL - IPZ 5a / 16 Mitglieder Arbeitskreis Hopfenschlagkartei	24.05.12 Wolnzach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Neue Erkenntnisse bei der Optimierung des Hopfen-Bandrockners	Hopfenpflanzerverband Elbe-Saale 95 Hopfenpflanzer	05.12.12 Höfgen/ Grimma
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Stand der Forschung und Wege zur Bekämpfung der Welkeproblematik	LfL + AELF Pfaffenhofen/Ilm 45 Hopfenpflanzer	07.02.2012 Lindach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Stand der Forschung und Wege zur Bekämpfung der Welkeproblematik	LfL + AELF Pfaffenhofen/Ilm 90 Hopfenpflanzer	08.02.2012 Niederlauterbach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Stand der Forschung und Wege zur Bekämpfung der Welkeproblematik	LfL + AELF Erding 70 Hopfenpflanzer	09.02.2012 Osseltshausen
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Stand der Forschung und Wege zur Bekämpfung der Welkeproblematik	LfL + AELF Landshut 40 Hopfenpflanzer	10.02.2012 Oberhatzkoken
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Stand der Forschung und Wege zur Bekämpfung der Welkeproblematik	LfL + AELF Roth 18 Hopfenpflanzer	13.02.12 Hedersdorf
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Stand der Forschung und Wege zur Bekämpfung der Welkeproblematik	LfL + AELF Roth 30 Hopfenpflanzer	13.02.12 Spalt
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Stand der Forschung und Wege zur Bekämpfung der Welkeproblematik	BayWa 30 Mitarbeiter BayWa	13.02.12 Mainburg
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Stand der Forschung und Wege zur Bekämpfung der Welkeproblematik	LfL + AELF Abensberg 55 Hopfenpflanzer	14.02.12 Biburg

<b>AG</b>	<b>Name</b>	<b>Thema/Titel</b>	<b>Veranstalter/ Besucher</b>	<b>Datum/ Ort</b>
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Stand der Forschung und Wege zur Bekämpfung der Welkeproblematik	LfL + AELF Abensberg 110 Hopfenpflanzer	15.02.12 Mainburg
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Stand der Forschung und Wege zur Bekämpfung der Welkeproblematik	LfL + AELF Ingolstadt 35 Hopfenpflanzer	17.02.12 Tettenwang
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Aktueller Pflanzenschutz im Hopfen	Hopfenpflanzervereinigung Wolnzach, 9 Hopfenpflanzer	19.04.2012 Wolnzach
IPZ 5a	Portner, J.	Sind Korrekturen bzw. eine Neuausrichtung der IGN für die Zukunft notwendig?	IGN 25 Mitglieder	11.01.12 Niederlauterbach
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelle Pflanzenschutzprobleme und mögliche Lösungen im Hopfenanbau	BMELV / 16 Vertreter der Ministerien, Behörden und Hopfenorganisationen	31.01.12 Bonn
IPZ 5a	Portner, J.	Verfahren der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln nach dem neuen Pflanzenschutzrecht	LfL + AELF Pfaffenhofen/Ilm 45 Hopfenpflanzer	07.02.2012 Lindach
IPZ 5a	Portner, J.	Verfahren der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln nach dem neuen Pflanzenschutzrecht	LfL + AELF Pfaffenhofen/Ilm 90 Hopfenpflanzer	08.02.2012 Niederlauterbach
IPZ 5a	Portner, J.	Verfahren der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln nach dem neuen Pflanzenschutzrecht	LfL + AELF Erding 70 Hopfenpflanzer	09.02.2012 Osseltshausen
IPZ 5a	Portner, J.	Verfahren der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln nach dem neuen Pflanzenschutzrecht	LfL + AELF Landshut 40 Hopfenpflanzer	10.02.2012 Oberhatzkofen
IPZ 5a	Portner, J.	Verfahren der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln nach dem neuen Pflanzenschutzrecht	LfL + AELF Roth 18 Hopfenpflanzer	13.02.12 Hedersdorf
IPZ 5a	Portner, J.	Verfahren der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln nach dem neuen Pflanzenschutzrecht	LfL + AELF Roth 30 Hopfenpflanzer	13.02.12 Spalt
IPZ 5a	Portner, J.	Verfahren der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln nach dem neuen Pflanzenschutzrecht	LfL + AELF Abensberg 55 Hopfenpflanzer	14.02.12 Biburg
IPZ 5a	Portner, J.	Verfahren der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln nach dem neuen Pflanzenschutzrecht	LfL + AELF Abensberg 110 Hopfenpflanzer	15.02.12 Mainburg
IPZ 5a	Portner, J.	Verfahren der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln nach dem neuen Pflanzenschutzrecht	LfL + AELF Ingolstadt 35 Hopfenpflanzer	17.02.12 Tettenwang



AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum/ Ort
IPZ 5a	Portner, J.	Pflanzenschutzmitteleinsparung im Hopfen durch Einsatz von Sensortechnik	JKI 25 Fachreferenten	06.03.12 Xanten
IPZ 5a	Portner, J.	Überlegungen zur Weiterentwicklung der Neutralen Qualitätsfeststellung	20 Mitglieder der AG NQF und Agrolab-Mitarbeiter	08.03.12 Mainburg
IPZ 5a	Portner, J.	Neuerungen im Pflanzenschutz bei Hopfen	LfL 15 Arbeitskreismitglieder	08.03.12 Haunsbach
IPZ 5a	Portner, J.	Verfahren der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln nach dem neuen Pflanzenschutzrecht	BayWa 30 Mitarbeiter BayWa	13.03.12 Mainburg
IPZ 5a	Portner, J.	Pflanzenschutzmitteleinsparung im Hopfen durch Einsatz von Sensortechnik	GfH 35 Mitglieder TWA	17.03.12 Wolnzach
IPZ 5a	Portner, J.	Die Welthopfensituation und das Haus des Hopfens	6 Mitarbeiter der Firmen ATEF-ONE und nordluft	14.06.12 Wolnzach
IPZ 5a	Portner, J.	Mitigation of pesticide run off in hops	LfL / 10 Mitglieder der AG Prowadis; AELF Landshut	18.06.12 Freising
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles zum Pflanzenschutz	AELF 40 Hopfenpflanzer	13.07.12 Spalt
IPZ 5a	Portner, J.	125 Jahre Hopfenschau Moosburg 2012	Stadt Moosburg a. d. Isar / 150 Gäste	20.09.12 Moosburg
IPZ 5a	Portner, J.	Pflanzenschutzmitteleinsparung im Hopfen durch Einsatz von Sensortechnik	LfL 12 Mitglieder Applikationstechnik	28.09.12 Freising
IPZ 5a	Portner, J.	Pflanzenschutzmitteleinsparung im Hopfen durch Einsatz von Sensortechnik	LfL 25 Mitarbeiter LfL	11.12.12 Freising
IPZ 5a	Portner, J.	Erosionsschutzmaßnahmen im Hopfen	AELF PAF und LfL 70 Hopfenpflanzer	12.12.12 Niederlauterbach
IPZ 5b	Schwarz, J.	Versuche zur Reduzierung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau	LfL 60 Wissenschaftler, Verbände	29.03.12 Freising
IPZ 5b	Schwarz, J.	Einsatz von Raubmilben zur Bekämpfung der Gemeinen Spinnmilbe im Hopfenanbau	DPG und DGaE 35 Wissenschaftler, Bundes- und Länderbehörden,	28.11.12 Erfurt
IPZ 5b	Schwarz, J. und Weihrauch, F.	Erarbeitung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen den Luzernerüssler <i>Otiorhynchus ligustici</i> im Hopfenbau	JKI 50 Wissenschaftler, Bundes- und Landesbehörden	07.02.12 Braunschweig
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Aktuelle Informationen zum Pflanzenschutz im Hopfen 2012	Verband Deutscher Hopfenpflanzer 28 TN Vorstand und Aufsichtsrat Verband Deutscher Hopfenpflanzer	19.07.12 Tettngang

<b>AG</b>	<b>Name</b>	<b>Thema/Titel</b>	<b>Veranstalter/ Besucher</b>	<b>Datum/ Ort</b>
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Aktuelle Pflanzenschutzprobleme und mögliche Lösungen im Hopfenanbau	Verband Deutscher Hopfenpflanzer 60 TN Zulassungsbehörden, Handel, Berater, Verbände	30.08.12 Wolnzach
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Kupferreduktion im Hopfen - Ergebnisse 2011 eines BLE-Projekts	Bioland 25 Hopfenbauern	09.02.12 Plankstetten
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Marktanalyse Öko-Hopfen 2012 – Deutschland, Europa, Welt	LfL 45 TN Arbeitskreis Märkte für Öko-Lebensmittel	29.03.12 Freising
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Ökologischer Hopfenbau in Deutschland und weltweit: Rahmenbedingungen, Umfang und Bedeutung	Verband deutscher Hopfenpflanzer 68 Brauer und Landwirte	21.09.12 Wernesgrün
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Versuche 2012 zur Kupferminimierung im ökologischen Hopfenbau	JKI und BÖLW 85 TN Bundesbehörden, Verbänden und Pflanzenschutzfirmen	07.12.12 Berlin
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Simple is beautiful: A new biotest for the aphid tolerance assessment of different hop genotypes	International Society for Horticultural Science 65 Wissenschaftler, Hopfenforschung intern	11.09.12 Žatec (Tschechische Republik)
IPZ 5c	Lutz, A.	Flavor-Hopfen - Neuer Trend in der Hüller Hopfenzüchtung	Hopfenförderkreis Jura 30 Hopfenpflanzer	30.01.12 Hiendorf
IPZ 5c	Lutz, A.	Resistenzzüchtung bei Hopfen	Bioland-Tagung 25 TN	09.02.12 Plankstetten
IPZ 5c	Lutz, A.	Neue Trends in der Hopfenzüchtung: Neue Aroma- und Bitterstoffqualitäten bei Hopfen	Bayerischer Brauerbund 55 TN	13.03.12 Wolnzach
IPZ 5c	Lutz, A.	Neue Trends in der Hopfenzüchtung - Neue Aroma- und Bitterstoffqualitäten bei Hopfen	Tettlinger Hopfenpflanzerverband 120 TN	29.03.12 Tettling
IPZ 5c	Lutz, A.	Neue Trends in der Hopfenzüchtung: Neue Aroma- und Bitterstoffqualitäten bei Hopfen	Techn.- Wiss. Ausschuss der GfH 30 TN	17.04.12 Wolnzach
IPZ 5c	Lutz, A.	Hüller Flavor-Hopfen	IGN Niederlauterbach 50 Hopfenpflanzer, Brauer	23.08.2012 Untermettenbach
IPZ 5c	Lutz, A.	New German Flavors	Deutscher Hopfenpflanzerverband, 68 TN Brau- und Hopfenwirtschaft	21.09.2012 Wernesgrün
IPZ 5c	Lutz, A.	Hopfensorten und ihre Aromabeurteilung	Alt-Weihenstephaner Brauerbund 35 Brauerstudenten	05.11.2012 Freising
IPZ 5c	Lutz, A.	Sortenschutzrechte und Sortenprüfung	Gesellschaft f. Hopfenforschung,	29.11.2012 Hüll

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum/ Ort
			12 Vorstand GfH	
IPZ 5c	Maurer, K.	Development of a rapid molecular in planta test for the detection of <i>Verticillium</i> pathotypes in hops and strategies for prevention of wilt	TU Graz / 20 TN	26.04.2012 Graz
IPZ 5c	Maurer, K.	Development of a rapid molecular in planta test for the detection of <i>Verticillium</i> pathotypes in hops and strategies for prevention of wilt	TU Graz / 20 TN	10.08.2012 Graz
IPZ 5c	Oberhollenzer, K.	Characterisation of defence reactions to <i>Podosphaera macularis</i> and <i>Erysiphe cichoracearum</i> in resistant hop genotypes	TUM, WZW, Lehrstuhl Phytopathologie 20 TN	30.01.12 Freising
IPZ 5c	Oberhollenzer, K.	Echter Mehltau an Hopfen: Mikroskopische Untersuchungen von Abwehrmechanismen und Etablierung eines transienten Assays für die Identifizierung von Resistenzgenen	HVG - Hopfenverwertungsgenossenschaft 25 TN	15.03.12 Wolnzach
IPZ 5c	Seigner, E.	Brewing for new aroma impressions in hops	KaHO Sint-Lieven, Heriot Watt University, TU Berlin 300 TN Brauindustrie, Brauwirtschaft, Hopfenwirtschaft	03.04.12 Gent
IPZ 5c	Seigner, E.	Neuer Trend in der Hopfenzüchtung - Flavor-Hopfen	Deutscher Brauer-Bund e.V. / 25 TN	23.08.2012 Hüll
IPZ 5c	Seigner, E.	Flavor-Hopfen - Züchtungsstart und genetischer Hintergrund	IGN Niederlauterbach 50 Hopfenpflanzler, Brauer	23.08.2012 Untermettenbach
IPZ 5c	Seigner, E.	New Trend in Hop Breeding - Huell Flavor Hops	Gesellschaft f. Hopfenforschung / 13 TN	30.08.2012 Hüll
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Aromaanalytik und sensorische Beurteilung von Hopfenproben	GfH / 35 TN	17.04.2012 Wolnzach

### 8.3.3 Führungen

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5	Doleschel, P.; Kammhuber, K., Seigner, E.; Weihrauch, F.	16.03.12	Hopfenforschung	Die Grünen, Presse	6
IPZ 5	Doleschel, P., Seigner, E.	16.05.12	Hopfenbau und Hopfenzüchtung	GIZ International Leadership Training	11

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5	Doleschel, P., Seigner, E., Kammhuber, K., Weihrauch, F.	21.06.12	Hop Research Center Huell - hop breeding, integrated plant protection, chemical analysis, hop production	VLB Berlin, Intern. Brewmaster Course	54
IPZ 5	Doleschel, P., Lutz, A., Portner, J., Niedermaier, E.	30.08.12	Hopfenrundfahrt: Aktuelle Themen im Hopfenanbau, Hopfenbauregion Hallertau	Politiker, Staatsmin. Brun- ner, Hopfenwirtschaft, BVL	200
IPZ 5	Doleschel, P.	12.10.12	Hop research at the LfL, hop breeding, Flavor hops	Kirin Brewery	7
IPZ 5	Lutz, A.; Kammhuber, K., Seigner, E.	16.04.12	Hopfenforschung: Neue Hüller Flavor-Hopfen	Neue Züricher Zeitung, Frau Lahrtz	1
IPZ 5	Portner, J., Lutz, A., Schwarz, J.	02.08.12	Flavor-Hopfen, Nützlings- einsatz im Niedrigerüstan- bau, Blattlausproblematik	Verband für landwirtschaftl. Fachbil- dung (VIF)	60
IPZ 5	Portner, J., Lutz, A., Sichelstiel, W.	03.08.12	Flavor-Hopfen, Niedrige- rüstanbau, Blattlausbekämp- fung	Verband für landwirtschaftl. Fachbil- dung	18
IPZ 5	Portner, J., Lutz, A., Sichelstiel, W.	07.08.12	Flavor-Hopfen, Niedrige- rüstanbau, Blattlausbekämp- fung	Verband für landwirtschaftl. Fachbil- dung (VLF)	50
IPZ 5	Portner, J., Lutz, A.	06.08.12	Flavor-Hopfen	Ring junger Hopfen- pflanze	90
IPZ 5	Schätzl, H., Lutz, A., Portner, J.	15.06.12	Einblick in die Hopfenfor- schung, Überblick über Hopfenanbau, Pflanzen- schutz und Züchtung	Berufsschüler	15
IPZ 5	Seigner, E., Kammhuber, K.	05.06.12	Hop Research Center Hüll	Royal Unibrew, Mr. Möller	2
IPZ 5	Seigner, E., Lutz, A., Kammhuber, K.	19.01.12	Hop Research Center Hüll	Estonian Research Institute of Agriculture	6
IPZ 5	Seigner, E., Portner, J.	29.05.12	Hopfenbau, Produktions- technik, Pflanzenschutz, Züchtung	Christian-Albrechts-Univ. Kiel, Agrar- und Ernäh- rungswissenschaftliche Fakultät, Acker- und Pflan- zenbau, Studenten, Prof. Kage und Dr. Sieling	26
IPZ 5	Seigner, E.	12.07.12	Hopfenforschung - Züch- tung, Pflanzenschutz, chem. Analytik, Hopfenbau	TUM München, LS Brau- wesen und Getränketechno- logie, Dr. Zarnkow und Studenten	48
IPZ 5	Weihrauch, F., Lutz, A.	24.07.12	Flavor-Hopfen, Niedrige- rüstanbau, Raubmilbenein- satz, neue Kupferformulie- rungen etc.	Bioland, Pflanze und Bera- ter	26
IPZ 5a	Schätzl, J.	11.06.12	Flurbegehung Aktueller Pflanzenschutz Abspritzver- suche in Rohrbach	Hopfenpflanze	16

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5a	Schätzl, J.	27.06.12	Flurbegehung in Hersbruck Aktuelles zum Pflanzenschutz	Hopfenpflanzer u. Gäste	14
IPZ 5a	Schätzl, J.	09.07.12	Aktueller Pflanzenschutz Flurbegehung in Hirnkirchen/Nandlstadt	Hopfenpflanzer	9
IPZ 5a	Schätzl J.	27.07.12	Krankheiten u. Schädlinge + aktueller Pflanzenschutz + Peronospora-Warndienst	Landwirtschaftsschüler - Praxissemester	9
IPZ 5a	Schätzl, J.	16.08.12	Hopfenbegehung Rundfahrt in Simonshofen	Hopfenpflanzer u. Gäste	28
IPZ 5c	Lutz, A.	26.01.12	Hopfenzüchtung - Grundlagen und Sorten	Barth Haas Group	2
IPZ 5c	Lutz, A.	01.02.12	Hüller Flavor-Hopfen	Veltins Brauerei, Hopfenpflanzer	2
IPZ 5c	Lutz, A.	02.02.12	Flavor-Hopfsorten	BayWa	2
IPZ 5c	Lutz, A.	03.02.12	Flavor-Hopfen	Brauer	1
IPZ 5c	Lutz, A.	04.04.12	Hopfenzüchtung: Neue Hüller Flavor-Hopfen	Freisinger Tagblatt, Herr Eser	1
IPZ 5c	Lutz, A.	27.04.12	Hopfenforschung: Neue Hüller Flavor-Hopfen	Velo Group, Italien - Dipl.-Braumeister Matthias Möller	1
IPZ 5c	Lutz, A., Seigner, E.	23.05.12	Flavor-Hopfen, Züchtung, Hopfenforschung	Kopp, S. - Publizistin, Bier- sommelier	1
IPZ 5c	Lutz, A.	20.06.12	Hopfenforschung der LfL; Schwerpunkt Hopfenzüchtung und Anbau; Hüller Flavor-Hopfen	Bauernverband Freising/Erding	50
IPZ 5c	Lutz, A.	26.06.12	Niedriggerüstanlagen, Hopfen- züchtung	Hopfengerüstbauer	2
IPZ 5c	Lutz, A.	27.06.12	Hopfenzüchtung, Flavor- Hopfen, Hopfenmarkt	J. Froschmeir, Genossen- schaftsverband Bayern	1
IPZ 5c	Lutz, A., Seigner, E.	04.07.12	Züchtung, Sämlingserzeugung	Slowen. Hopfenforschungs- institut	4
IPZ 5c	Lutz, A.	05.07.12	Hop Research	Suntory, Beer Prod. Dep.	3
IPZ 5c	Lutz, A.	12.07.12	Flavor-Hopfen	Birrificio Antoniano, Brauwirtschaft	2
IPZ 5c	Lutz, A., Seigner, E.	13.07.12	HSI-Storage Index, Biere mit neuen Hopfsorten	Hopsteiner	3
IPZ 5c	Lutz, A.	30.07.12	Flavor-Hopfen, Züchtung	SKW Asia; BayWa	3
IPZ 5c	Lutz, A.	30.07.12	Flavor-Hopfen	Barth-Haas Group	4
IPZ 5c	Lutz, A.	30.07.12	Hopfenzüchtung und Hopfen- produktion	Augsburger Allgemeine, Herr Zimmermann	1
IPZ 5c	Lutz, A.	13.08.12	Hüller Flavor-Hopfen	Hopfenpflanzer	10
IPZ 5c	Lutz, A.	14.08.12	Flavor-Hopfen, Hopfen- züchtung	Pflanzerbeirat Barth-Haas Group	10

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5c	Lutz, A., Doleschel, P., Seigner, E.	16.08.12	Hüller Flavor-Hopfen, neuer Zuchtgarten in Stadlhof	Hopfenpflanze der Gesell. für Hopfenforschung	75
IPZ 5c	Lutz, A.	24.08.12	neue Sorten, Flavor-Hopfen, EU Registerprüfung	Bundessortenamt	2
IPZ 5c	Lutz, A., Seigner, E.	30.08.12	Hüll Flavor Hops	Advisory Board der Gesell. f. Hopfenforschung	9
IPZ 5c	Lutz, A., Seigner, E.	30.08.12	Hopfenzüchtung Hüll, Hüller Flavor Hopfen	Staatsminister Brunner, Politiker, Bundesbehörden	200
IPZ 5c	Lutz, A.	05.09.12	Flavor-Hopfen, Aroma- und Erntezeit	Barth-Haas Group	4
IPZ 5c	Lutz, A.	07.09.12	Hüller Flavor Hopfen, Hop- fenforschung an der LfL	AB-InBev, S. Muench	1
IPZ 5c	Lutz, A.	08.09.12	Hopfenforschung an d. LfL	Studienkollegen-Treffen	40
IPZ 5c	Lutz, A.	14.09.12	neue Hüller Flavor- Hopfenzüchtung	AB-Inbev	2
IPZ 5c	Lutz, A.	17.09.12	Huell Flavor hops	US-Craft Brewer, D. Carey; Dr. V. Peacock	2
IPZ 5c	Lutz, A.	17.09.12	Hüller Flavor-Hopfen	Hopsteiner	1
IPZ 5c	Lutz, A.	17.09.12	Hüller Flavor-Hopfen	HVG Spalt und Junghop- fenbauern	4
IPZ 5c	Lutz, A.	18.09.12	Hopfenforschung der LfL; Flavor-Hopfen	Fokus TV	3
IPZ 5c	Lutz, A.	24.09.12	Hopfenforschung der LfL, Flavor-Hopfen	Gewerbeverband Wolnzach	20
IPZ 5c	Lutz, A.	17.10.12	Hop breeding, Flavor Hops	AB-InBev	2
IPZ 5c	Lutz, A.	12.11.12	Hop research at the LfL, Flavor hops	US-Hopfenpflanze und Firma Wolf	2
IPZ 5c	Lutz, A., Seigner, E., Kammhuber, K., Kneidl, J.	27.11.12	Vorstellung Hüller Flavor- Hopfen und neue Aromazuchtstämme	Mitglieder der Gesellschaft für Hopfenforschung	90
IPZ 5c	Lutz, A., Seigner, E., Kammhuber, K.	10.12.12	Vorstellung Hüller Flavor- Hopfensorten und neue Zuchtstämme	Beirat des Hopfenpflanzerverbandes Hallertau	25
IPZ 5c	Lutz, A.	13.12.12	Neue Special Flavor-Hop- fensorten und Zuchtstämme	Hopfenpflanze Elbe-Saale	10
IPZ 5c	Lutz, A.	19.12.12	Überblick Hopfenforschung d. LfL, Schwerpunkt Züch- tung und Flavor-Hopfen	Hopfenmuseum Wolnzach	12
IPZ 5c	Seigner, E.	24.08.12	Hopfenforschung der LfL	Besucher im Rahmen der Hopfenwochen "Hopfen- land erleben"	31
IPZ 5c	Seigner, E., Kammhuber, K.	05.09.12	Hop Research Center Huell - applied research for the hop and brewing industry; Huell Flavor Hops	US-Craft Brewer, Brauer von Polar	3

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5c	Seigner, E.	06.09.12	Hopfenforschung der LfL, Flavor-Hopfen	Vorstände Sparkassen-Bezirksverband Obb.	54
IPZ 5c	Seigner, E., Kammhuber, K.	17.09.12	Hop Research	Asahi-Brauerei, Dr. Kishimoto	1
IPZ 5c	Seigner, E., Seefelder, S.	17.09.12	Hop Research, Huell Flavor Hops	SAB-Miller, Ms. Joseph	1
IPZ 5c	Seigner, E., Kammhuber, K.	19.09.12	Hop Research, Huell Flavor Hops	Hite Brewery	3
IPZ 5c	Seigner, E.	30.09.12	Hop Research Center Hüll	AB-Inbev Vertrieb	42
IPZ 5c	Seigner, E.	30.11.12	Hopfenforschung - Projekte und Aufgaben	Vertreter von BLE und EU-Kommission, Erzeugergem. Hopfen HVG	12
IPZ 5c	Seigner, E., Lutz, A.	10.12.12	Hop breeding, Flavor Hops	AB-InBev, US-Brauer	3

### 8.3.4 Ausstellungen und Poster

Name der Ausstellung	Ausstellungsobjekte/-projekte bzw. Themen/Poster	Veranstalter	Ausstellungsdauer	AG
Woche der Umwelt, Schloss Bellevue, Berlin	„Auf den Spuren der Blattlaus im Hopfen“/„Hopfenforschungsinstitut Hüll präsentiert sich in Berlin“	Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) und Bundespräsident	05.-07.06.12	IPZ 5a IPZ 5b
Wissenschafts-Kolloquium für Dissetanten/innen, Graz	Development of a rapid molecular in planta test for the detection of Verticillium pathotypes in hops	Universität Graz	26.04.2012 und 10.08.2012	IPZ 5c
Craft Brewers Conference, San Diego	New German Flavors - Polaris	US Brewers Association	03.05.2012	IPZ 5c
Hopfenrundfahrt 2012	Bierspezialitäten gebraut mit Hüller Special Flavor-Hopfen	Deutschen Hopfenpflanzerverband	30.08.2012	IPZ 5c
ISHS Humulus Symposium in Zatec, Tschech. Republik	Technique for the Assessment of Gene Function in Hop (Humulus lupulus L.)-Powdery Mildew Interactions	International Society of Horticultural Science	10.09.2012	IPZ 5c
Zentrales Landwirtschaftsfest, München	BMELV-Stand Hopfen - Aufbau und Standbetreuung	Bayerischer Bauernverband (BBV)	22.- 23.09.12	IPZ 5c IPZ 5a

### 8.4 Aus- und Fortbildung

Name, Arbeitsgruppe	Thema	Zielgruppe
Münsterer, J., Schätzl, J., IPZ 5a	Abschlussprüfung im Ausbildungsberuf "LandwirtIn", 18.07.2012	Azubis im Ausbildungsberuf "LandwirtIn"
Portner, J., IPZ 5a	Meisterprüfung - Arbeitsprojekte Hopfen, 01.01.2012	3 Meisteranwärter
Portner, J., IPZ 5a	Unterricht Hopfenbau (2 h), 11.01.2012	Studierende der LS

Name, Arbeitsgruppe	Thema	Zielgruppe
Portner, J., IPZ 5a	Hopfenbau-Unterricht (14 h), 15.10.2012	Studierende der LS PAF und LA
Schätzl, J., IPZ 5a	Prognoseschulung, Aktuelles zum Pflanzenschutz, 06.06.2012	61 Hopfenpflanzer
Schätzl, J., IPZ 5a	Informationsaustausch, 05.07.2012	13 Ringbetreuer und Ringfachberater
Schätzl, J., IPZ 5a	Abschlussprüfung im Ausbildungsberuf Landwirt, 17.07.2012	Prüflinge aus dem Landkreis FS
Schätzl, J., IPZ 5a	Informationsaustausch, 31.07.2012	12 Ringbetreuer und Ringfachberater
Schätzl, J., IPZ 5a	Jahresrückblick d. Beratungssaison 2012, 14.12.2012	8 Ringbetreuer u. Fachberater
Schätzl, J., IPZ 5a Lutz, A., IPZ 5c	Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen, 27.07.2012	Studierende der LS PAF

## 8.5 Mitarbeit in Arbeitsgruppen, Mitgliedschaften

Name	Mitgliedschaften
Doleschel, P.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied des Ausschusses im Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung in Bayern e.V. (LKP)</li> <li>• Mitglied des Beirates der Bayerischen Pflanzenzuchtgesellschaft</li> <li>• Vorsitzender des Testgremiums für Pflanzkartoffeln in Bayern</li> <li>• Mitglied des Lenkungsausschusses der Arbeitsgemeinschaft für Krankheitsbekämpfung und Resistenzzüchtung</li> <li>• Mitglied der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG)</li> <li>• Mitglied der Gesellschaft für Hopfenforschung</li> <li>• Mitglied der Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft (GIL)</li> <li>• Mitglied der Gesellschaft für Pflanzenzüchtung</li> <li>• Mitglied der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften</li> </ul>
Fuß, S.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied im Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Landshut</li> </ul>
Kammhuber, K.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied bei European Brewery Convention (Hopfen-Subkomitee) Analysen-Komitee</li> <li>• Mitglied der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA)</li> </ul>
Münsterer, J.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied im Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Landshut</li> </ul>
Portner, J.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied beim JKI - Fachbeirat Geräte-Anerkennungsverfahren zur Beurteilung von Pflanzenschutzgeräten</li> <li>• Mitglied in den Meisterprüfungsausschüssen Niederbayern, Oberbayern-Ost und Oberbayern-West für den Ausbildungsberuf Landwirt</li> </ul>
Schätzl, J.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied im Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Landshut</li> <li>• Mitglied im Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Region Erding und Freising</li> </ul>
Seefelder, S.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied der Gesellschaft für Hopfenforschung</li> <li>• Mitglied der KG Öffentlichkeitsarbeit der LfL</li> </ul>



Name	Mitgliedschaften
Seigner, E.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorsitzende und Sekretärin der Wissenschaftl. Kommission des Internationalen Hopfenbaubüros</li> <li>• Mitglied der International Society of Horticultural Science (ISHS)</li> <li>• Mitglied der Gesellschaft für Hopfenforschung</li> <li>• Mitglied der Gesellschaft für Pflanzenzüchtung</li> </ul>
Sichelstiel, W.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorsitzender der EU Commodity Expert Group Minor Uses Hops</li> <li>• Mitglied der DPG, Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft</li> </ul>
Weihrauch, F.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied der Dgfo, Deutsche Gesellschaft für Orthopterologie</li> <li>• Mitglied der Arbeitsgemeinschaft Bayerischer Entomologen e.V.</li> <li>• Mitglied der DgaaE, Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie</li> <li>• Mitglied der DgaaE, AK Nutzarthropoden und Entomopathogene Nematoden</li> <li>• DGaaE, AK Neuropteren - Führung der Bibliographie</li> <li>• Mitglied der DPG, Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft</li> <li>• Mitglied der Gesellschaft für Tropenökologie e.V.</li> <li>• Mitglied der Münchner Entomologische Gesellschaft e.V.</li> <li>• Schriftleitender Vorsitzender der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen e.V.</li> <li>• Mitglied der British Dragonfly Society</li> <li>• Mitglied des Editorial Boards der Worldwide Dragonfly Society</li> </ul>

## 9 Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben

AG Projektleiter	Projekt	Laufzeit	Kostenträger	Kooperation
IPZ 5a, J. Portner	Entwicklung und Optimierung einer Maschine zur automatischen Hopfenpflücke	2011-2013	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)	ILT, Freising; Fuß Fahrzeug- und Maschinenbau GmbH & Co. KG, Schkölen
IPZ 5a, J. Portner	Untersuchungen zur Statik von Hopfengerüstanlagen	2009-2012	Erzeugergemeinschaft Hopfen e.G. (HVG)	Bauplanungs- und Ingenieurbüro S. Maier, Wolnzach
IPZ 5a, J. Portner	Optimierung des Bewässerungsmanagement im Hopfenanbau (DBU)	2011-2014	Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)	Dr. Michael Beck - HSWT - FA Gartenbau; Prof. Urs Schmidhalter - TU München; Pflanzenernährung Christian Euringer - ATEF.ONE GmbH; Dr. Erich Lehmayr - HVG, Wolnzach
IPZ 5b, Dr. F. Weihrauch	Reduzierung oder Ersatz kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau	2010-2014	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)	Öko-Hopfenbaubetrieb
IPZ 5c, A. Lutz	Der HSI (Hop Storage Index) und seine Bedeutung für unterschiedliche Hopfensorten	2011-2012	Barth Haas Grant	

<b>AG Projektlei- ter</b>	<b>Projekt</b>	<b>Lauf- zeit</b>	<b>Kostenträger</b>	<b>Kooperation</b>
IPZ 5c, A. Lutz	Entwicklung des HSI (Hop Storage Index) mit Hinblick auf Erntezeitpunkt und damit verbundene Faktoren	2011- 2012	Hopsteiner	S. Cocuzza, Techn. Universität München, Lehrstuhl Getränke- und Brautechnologie
IPZ 5c, A. Lutz, Dr. E. Seigner	Fortsetzung des Züchtungsprogrammes "Special Flavor Hops"	2012- 2013	Erzeugergemeinschaft Hopfen e.G. (HVG)	
IPZ 5c, A. Lutz, Dr. E. Seigner	Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettnanger	2011- 2014	MLR-BW - Ministerium für ländlichen Raum, Verbraucherschutz und Ernährung, Baden-Württemberg; Hopfenpflanzerverband Tettnang; Erzeugergemeinschaft Hopfen e.G. (HVG); Gesellschaft f. Hopfenforschung e.V. (GfH)	Versuchsgut Straß, Franz Wöllhaf
IPZ 5c, Dr. S Seefeldler	Genotypisierung von Verticillium-Pathotypen aus der Hallertau	2008- 2013	Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft; Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG	
IPZ 5c, Dr. E. Seigner	Charakterisierung der Interaktionen Hopfen-Hopfenmehltau auf Zellebene und Funktionsanalyse von an der Abwehr beteiligten Genen	2008- 2012	HVG - Erzeugergemeinschaft Hopfen e.G.	Technische Universität München, Lehrstuhl Phytopathologie, Prof. R. Hückelhoven, Dr. R. Eichmann
IPZ 5c, Dr. E. Seigner A. Lutz	Mehltauisolate und deren Einsatz in der Mehлтаuresistenz-Züchtung bei Hopfen	2006- 2013	HVG - Erzeugergemeinschaft Hopfen e.G. und Gesellschaft für Hopfenforschung	EpiLogic GmbH, Freising
IPZ 5c, Dr. E. Seigner A. Lutz und IPS 2c , Dr. L. Seigner	Monitoring von gefährlichen Virus- und Viroidinfektionen von Hopfen in Deutschland	2012- 2013	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.; Hopfenbauberater
IPZ 5d, Dr. K. Kammhuber	Differenzierung und Klassifizierung des Welthopfensortiments mit Hilfe der niedermolekularen Polyphenole	2010- 2012	StMELF - Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten	Dr. M. Coelhan, Forschungszentrum Weihenstephan für Brau- und Lebensmittelqualität der TU München
IPZ 5d, Dr. K. Kammhuber	Verbesserung der Aromacharakterisierung der neuen Hüller Special Flavor Hopfen	2012- 2013	HVG - Erzeugergemeinschaft Hopfen e.G.	Dr. M. Coelhan, Technische Universität München

## 10 Forschungsschwerpunkte

AG	Projekt	Laufzeit	Kooperation
5a	Prüfung verschiedener Nährstofflösungen und Additive zum Hopfenputzen	2011-2012	
5a	Optimierung der Trocknungsleistung über Schütthöhe und Luftgeschwindigkeit beim Bandtrockner	2012	Fa. ATEF.ONE GmbH, Forchheim
5a	Auswertung von Peronospora-Prognosemodellen und Erstellen von Warndiensthinweisen	2003-2012	
5a	Evaluierung von spezifischem Wasserbedarf unterschiedlicher Hopfensorten bei saugspannungsabhängiger Bewässerung	2012-2014	
5a	Erprobung und Etablierung technischer Hilfsmittel zur Optimierung der Trocknung und Konditionierung von Hopfen	2003-2015	
5a	Verschiedene Düngeversuche zur Optimierung der Nährstoffversorgung im Hopfenbau	2003-2015	
5a	Erprobung des Witterungsmodells Adcon für den Peronosporawarndienst	2008-2013	Hopfenring e.V., Wolnzach
5a	Hallertauer Modell zum Ressourcen schonenden Hopfenanbau	2010-2014	Landesamt für Wald- und Forstwirtschaft; Landesamt für Umwelt; Fa. Ecozept
5a	Sortenreaktion auf Reduzierung der Gerüsthöhe auf 6 m	2012-2014	
5a	Variation des Einsaat- und Einarbeitungszeitpunkts der Zwischenfrucht in Hopfen	2012-2014	IAB
5a	Einfluss von Kalkstickstoff (KSS) auf <i>Verticillium albo-atrum</i>	2012-2014	
5a	Einfluss von Plasma Soil auf <i>Verticillium albo-atrum</i>	2012-2014	
5a	Erstellung einer Datensammlung als Grundlage für betriebswirtschaftliche Kalkulationen	2006-2015	
5b	Entwicklung des weltweiten Öko-Hopfenanbaues	2011-	Joh. Barth & Sohn GmbH & Co. KG, Nürnberg
5b	Mehltauprognose - Entwicklung eines innovativen Prognosemodells zur Bekämpfung des Echten Mehltaus ( <i>Podosphaera macularis</i> ) im Hopfen ( <i>Humulus lupulus</i> )	2007-2012	IPZ 5 d; Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE); Hopfenverwertungsgenossenschaft e.G. (HVG)
5b	Erarbeitung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen den Luzernerüssler ( <i>Otiorhynchus ligustici</i> ) im Hopfenbau	2008-2012	
5b	Monitoring und Diagnose von Schnellkäfern (Elateridae) in Hopfengärten der Hallertau	2010-	Julius-Kühn-Institut, Braunschweig; Syngenta Agro GmbH, Maintal
5c	Brauersuche mit Special Flavor-Hopfen	2011-	IPZ 5d, Hopfenhandelshäuser; Verband der Deut. Hopfenpflanzer; Techn. Universität München, Lehrstuhl Brau- und Getränketechnologie; Brauereien weltweit
5c	In situ Erhaltung und Weiterentwicklung des bayerischen Genpools bei Hopfen	2001-2025	
5c	Züchtung von mehltresistenten Hopfensorten	1999-	

AG	Projekt	Laufzeit	Kooperation
5c	Züchtung von Hopfen mit besonderer Brauqualität	2003-2015	
5c	Züchtung von Hopfensorten mit erhöhter Resistenz / Toleranz gegenüber Krankheiten und Schädlingen	2003-	IPZ 5b und 5d; EpiLogic GmbH, Agrarbiolog. Forschung und Beratung
5c	Züchtung von Hopfensorten mit besonderer Eignung zum Anbau auf Niedriggerüstanlagen	2012-2020	IPZ 5b und 5d
5c	Züchtung von Qualitätssorten mit erhöhten Gehalten an gesundheitsfördernden, antioxidativen und mikrobiellen Substanzen, auch für alternative Anwendungsbereiche außerhalb der Brauindustrie	2003-	IPZ 5d
5c	Differenzierung von Hopfensorten über molekulare Techniken als Beitrag zur Qualitätssicherung	2007-	Vermehrungsbetrieb; Hopfenhandel
5c	Züchtung von Hopfen mit besonderen Inhaltsstoffen	2006-	IPZ 5d; Anheuser Busch InBev - Wilfried Lossignol, Dr. Willy Buholzer; BayWa, Dr. Dietmar Kaltner; Brauerei Schönram, Eric Toft; Hopfenveredlung St. Johann, Andreas Gahr; Hopfenverwertungsgenossenschaft e.G. (HVG); Hopsteiner, Dr. Martin Biendl; Barth-Haas Group, Dr. Christina Schönberger; Städt. Berufsschule für Braugewerbe, München, Detlev Stegbauer
5c	Meristemkulturen zur Erzeugung von gesundem Basismaterial bei Hopfen	2008-2016	IPS 2c - Seigner, L. und Team; IPZ 5b - Ehrenstraßer, O.
5c	Anwendung molekularer Marker in der praktischen Hopfenzüchtung	1997-2012	
5c	Erarbeitung eines Blatt-Selektionssystems zur Peronospora-Toleranz-Testung bei Hopfen	2012-2013	Prof. Dr. Thomas Ebertseder, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft
5d	Durchführung aller analytischen Untersuchungen zur Unterstützung der Arbeitsgruppen des Arbeitsbereichs Hopfen, insbesondere der Hopfenzüchtung	Dauer-aufgabe	IPZ 5a, IPZ 5b, IPZ 5c
5d	Entwicklung von Analysemethoden für die Hopfenpolyphenole (Gesamtpolyphenole, Flavanoide, Einzelsubstanzen wie Quercetin, Kämpferol mit HPLC)	2007-offen	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik AHA
5d	Herstellung von reinen $\alpha$ -Säuren und deren ortho-Phenylendiamin-Komplexen zur Überprüfung und Kalibrierung der Kalibrierextrakte ICE 2 und ICE 3	Dauer-aufgabe	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik AHA
5d	Ringversuche zur Überprüfung und Standardisierung von wichtigen Analyseparametern innerhalb der AHA-Labors (z. B. Linalool, Nitrat, HSI)	Dauer-aufgabe	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik AHA
5d	Entwicklung einer NIRS-Kalibrierung für den $\alpha$ -Säuregehalt basierend auf HPLC-Daten	2000-offen	
5d	Organisation und Auswertung von Ringanalysen zur $\alpha$ -Säurenbestimmung für die Hopfenlieferungsverträge	2000-offen	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik AHA
5d	Sortenüberprüfung für die Lebensmittelüberwachungsbehörden	Dauer-aufgabe	Landratsämter (Lebensmittelüberwachung)

## **11 Personal IPZ 5 - Arbeitsbereich Hopfen**

**Für die Landesanstalt für Landwirtschaft - Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Hüll / Wolnzach / Freising waren im Jahre 2012 tätig (AG = Arbeitsgruppe):**

### **IPZ 5**

**Koordinator:**

**Direktor an der LfL Dr. Peter Doleschel (kommissarisch)**

Hertwig Alexandra

Krenauer Birgit

### **IPZ 5a**

**AG Hopfenbau, Produktionstechnik**

**LD Portner Johann**

Fischer Elke

LA Fuß Stefan

Dipl.-Biol. (Univ.) Graf Tobias

LA Münsterer Jakob

LAR Niedermeier Erich

LR Schätzl Johann

### **IPZ 5b**

**AG Pflanzenschutz im Hopfenbau**

**LD Portner Johann (kommissarisch bis 31.03.2012)**

**LD Wolfgang Sichelstiel (ab 01.04.2012)**

LTA Ehrenstraßer Olga

Felsl Maria

LI Meyr Georg

Dipl.-Ing. (FH) Schwarz Johannes

Weiher Johann

Dr. rer. nat. Weihrauch Florian

## **IPZ 5c**

### **AG Züchtungsforschung Hopfen**

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

Dandl Maximilian  
CTA Forster Brigitte  
CTA Hager Petra  
LTA Haugg Brigitte  
Hock Elfriede  
Agr.-Techn. Ismann Daniel  
LTA Kneidl Jutta  
LAR Lutz Anton  
Maier Margret  
Mauermeier Michael  
Dipl.-Ing. (Univ.) Maurer Katja (geb. Drogenigg)  
Dipl.-Biol. (Univ.) Oberhollenzer Kathrin (bis 30.04.2012)  
Pflügl Ursula  
Presl Irmgard  
BL Püschel Carolyn (bis 14.10.2012)  
B.Sc. Schmid Helena (ab 15.11.2012)  
ORR Dr. Seefelder Stefan  
Suchostawski Christa

## **IPZ 5d**

### **AG Hopfenqualität und -analytik**

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

MTLA Hainzmaier Magdalena  
CL Neuhof-Buckl Evi  
Dipl.-Ing. agr. (Univ.) Petzina Cornelia  
CTA Weihrauch Silvia  
CTA Wyschkon Birgit