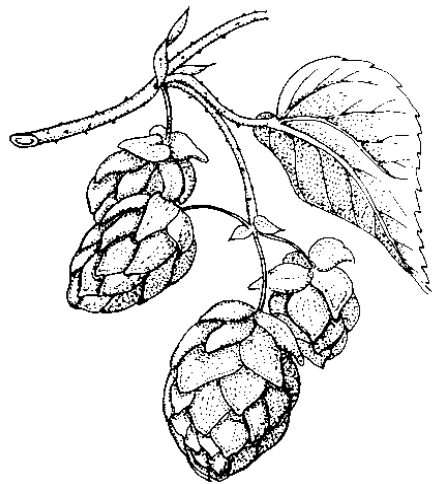




Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.

Jahresbericht 2010

Sonderkultur Hopfen



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

März 2011



LfL-Information

Impressum:

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

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

1. Auflage: März / 2011

Druck: FCS FotoCopyService, 85354 Freising

Schutzgebühr: 5,-- €

Nichts ist beständiger als der Wandel

Zum 01. April 2011 verabschieden wir uns, Dr. Fritz-Ludwig Schmucker und LLD Bernhard Engelhard, aus dem aktiven Dienst am Hopfenforschungszentrum in Hüll. Zehn Jahre als Geschäftsführer der Gesellschaft für Hopfenforschung e. V. (GfH) bzw. fast 17 Jahre Hopfenforschung mit Schwerpunkt Pflanzenschutz (LfL, IPZ 5b) sollen Anlass sein, einen kurzen Rückblick auf wesentliche Veränderungen während des vergleichsweise kurzen Zeitabschnitts zu geben. Fast unbemerkt hat sich doch vieles verändert.

Für den privaten Verein „GfH“ sind folgende Meilensteine hervorzuheben:

- Durch intensive und nachhaltige Überzeugungsarbeit konnte die Zahl der Mitglieder von 128 auf 330 gesteigert werden. Die finanzielle Situation zur Unterstützung der Hopfenforschung konnte so stabilisiert werden.
- Nach der Umbenennung von „Deutsche...(DGfH)“ in GfH, wurde ein „Advisory Board“ mit hochrangigen Vertretern der Brauwirtschaft und Brauwissenschaft ins Leben gerufen. Dieses Gremium erarbeitet wertvolle Anregungen, damit unsere Forschung praxisnah ausgerichtet wird.
- Zwischen der GfH und der staatlichen Hopfenforschung der LfL werden Forschungsprojekte und –ziele laufend kritisch überprüft und der aktuellen Situation zum Wohle der Hopfen- und Brauwirtschaft angepasst.

Für den Arbeitsbereich Hopfen der LfL gibt es Erfolge in allen Arbeitsgruppen:

- Neue Sorten ermöglichten es den deutschen Hopfenpflanzern am umkämpften Weltmarkt wettbewerbsfähig zu bleiben. Während die Welthopfenfläche in 16 Jahren um 50 % reduziert werden musste, ist die deutsche Hopfenfläche in dieser Zeit „nur“ um 23 % zurückgegangen. Der Flächenanteil Hüller Aroma-Zuchtsorten in Deutschland stieg von 51 % auf 81 % und bei Bitter-/Hochalphasorten sogar von 20 % auf 93 % – eine echte Erfolgsstory.
- Produktionstechnische Verbesserung in der Anwendungstechnik von Pflanzenschutzmitteln, neue Bewässerungstechniken, technische Hilfsmittel zur Optimierung der Hopfentrocknung und -konditionierung wurden in die Praxis eingeführt.
- Große Anstrengungen waren notwendig, um den Hopfenpflanzern ausreichend zugelassene Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung der Schadorganismen zur Verfügung zu stellen. Trotz erheblich verschärfter Auflagen konnten, unterstützt durch die Pflanzenschutzfirmen und insbesondere der Pflanzerverbände, immer wieder Lösungen gefunden werden.
- Neue wertbestimmende Inhaltsstoffe, wie z. B. Xanthohumol, wurden in die Analytik und Zuchtprogramme aufgenommen.

Aus vielen Hinweisen können wir schließen, dass die nationale und internationale Anerkennung des Hopfenforschungszentrums Hüll im zurückliegenden Jahrzehnt ausgebaut werden konnte. Diese Anerkennung ist jedoch nicht unser alleiniger Verdienst, sondern die Arbeit motivierter Teams in Hüll, Wolnzach und Freising. Auch die Verleihung der Hopfenorden durch das Internationale Hopfenbaubüro (IHB) sehen wir als Anerkennung für die gesamte Hopfenforschung. Insbesondere die seltene Verleihung der zweiten Stufe des Hopfenordens, dem „Offizier“, kann nur als Gesamtanerkennung für das Hopfenforschungszentrum Hüll gewertet werden.

Wir bedanken uns bei Allen, mit denen wir zusammenarbeiten durften, für ein sehr gutes Arbeitsklima. Es hat Spaß gemacht, am bayerischen Hopfenforschungszentrum in Hüll zum Wohle der Hopfen- und Brauwirtschaft arbeiten zu dürfen.

Dr. Fritz Ludwig Schmucker
Geschäftsführer der GfH

LLD Bernhard Engelhard
Koordinator Arbeitsbereich Hopfen, LfL

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen	8
1.1 Laufende Forschungsvorhaben	8
1.2 Forschungsschwerpunkte	26
1.2.1 Züchtungsforschung Hopfen	26
1.2.2 Hopfenbau, Produktionstechnik	28
1.2.3 Hopfenqualität und Analytik	31
1.2.4 Pflanzenschutz im Hopfen	33
2 Wetterkapriolen 2010 - Auswirkungen auf produktionstechnische Maßnahmen in der Hallertau	34
2.1 Witterungsdaten (Monatsmittelwerte bzw. Monatssummen) 2010 im Vergleich zu den 10 - und 50-jährigen Mittelwerten	37
3 Statistische Daten zur Hopfenproduktion	38
3.1 Anbaudaten	38
3.1.1 Struktur des Hopfenbaus	38
3.1.2 Hopfensorten	40
3.2 Ertragssituation im Jahr 2010	42
4 Züchtungsforschung Hopfen	45
4.1 Klassische Züchtung	45
4.1.1 Kreuzungen 2010	45
4.1.2 Züchtung von Zwerghopfen für den Niedrigerüstanbau	45
4.1.3 Aktueller Stand der Mehltaresistenzzüchtung	50
4.1.4 Qualitätssicherung bei Hopfen: Monitoring von Virus- und Viroiderkrankungen	55
4.2 Biotechnologie	58
4.2.1 Charakterisierung der Interaktion Hopfen-Hopfenmehltau auf Zellebene und Funktionsanalyse von an der Abwehr beteiligten Genen	58
4.3 Genomanalyse	60
4.3.1 Untersuchungen zu <i>Verticillium</i> -Infektionen in der Hallertau	60
5 Hopfenbau, Produktionstechnik	63
5.1 N _{min} -Untersuchung 2010	63
5.2 Untersuchungen zur Statik von Hopfengerüstanlagen	65
5.2.1 Zielsetzung	65
5.2.2 Methode	65
5.2.3 Ergebnisse	65
5.3 Gewichtsmessungen von Hopfenreben im trockenen und nassen Zustand	66
5.3.1 Ausgangssituation und Zielsetzung	66

5.3.2	Methodik	67
5.3.3	Ergebnisse und Diskussion	67
5.4	Messungen zum Verlauf der Windgeschwindigkeit im Hopfengarten	69
5.4.1	Ausgangssituation und Zielsetzung.....	69
5.4.2	Methodik	69
5.4.3	Ergebnisse und Diskussion	69
5.5	Untersuchungen des Einflusses von Strobilurinen am Beispiel „Ortiva“ (Wirkstoff: Azoxystrobin) auf Ertrag, Alphasäuren und Krankheitsbefall.....	72
5.5.1	Zielsetzung	72
5.5.2	Methode.....	72
5.5.3	Ergebnisse	73
5.6	Einfluss des Blattdüngers „Pentakeep super“ auf den Ertrag und Alphagehalt von Hopfen	75
5.7	Prüfung einer Kokosschnur als alternativem Aufleitmaterial zum Eisendraht.....	77
5.7.1	Ausgangssituation	77
5.7.2	Material und Methoden	77
5.7.3	Beobachtungen und Ergebnisse:	77
5.7.4	Diskussion.....	79
5.8	Erste Untersuchungen zur Optimierung von Bandtrocknern	79
5.9	LfL-Projekte im Rahmen der Produktions- und Qualitätsinitiative.....	81
5.9.1	Jährliche Erhebung, Untersuchung und Auswertung von Qualitätsdaten von Hopfen nach der Ernte	82
5.9.2	Jährliche Erhebung und Untersuchung des Schädlingsbefalls in repräsentativen Hopfengärten in Bayern.....	82
5.9.3	Betreuung von Adcon-Wetterstationen für die Peronospora-Prognose im Hopfenbau	82
5.10	Beratungs- und Schulungstätigkeit	83
5.10.1	Informationen in schriftlicher Form.....	83
5.10.2	Internet und Intranet.....	84
5.10.3	Telefonberatung Ansagedienste	84
5.10.4	Vorträge, Tagungen, Führungen, Schulungen und Versammlungen.....	84
5.10.5	Aus- und Fortbildung	84
6	Pflanzenschutz im Hopfen.....	85
6.1	Schädlinge und Krankheiten des Hopfens	85
6.1.1	Blattlaus	85
6.1.2	Peronospora.....	86
6.2	Schnellkäfer-Monitoring in Hopfengärten der Hallertau mit Pheromonfallen	86

6.3	Forschungsprojekt "Nachhaltige Optimierung der Bekämpfung von Blattläusen (<i>Phorodon humuli</i>) im Hopfen (<i>Humulus lupulus</i>) durch Bekämpfungsschwellen und Züchtung Blattlaus-toleranter Hopfensorten"	88
7	Hopfenqualität und Analytik	92
7.1	Allgemeines.....	92
7.2	Optimierung der Inhaltsstoffe als Zuchtziel.....	92
7.2.1	Anforderungen der Brauindustrie	92
7.2.2	Alternative Anwendungsmöglichkeiten.....	93
7.3	Entwicklung von Analysemethoden für die Hopfenpolyphenole	94
7.3.1	Gesamtpolyphenole und Gesamtflavonoide	95
7.3.2	Differenzierung des Welthopfensortiments mit Hilfe der niedermolekularen Polyphenole.....	95
7.4	Welthopfensortiment (Ernte 2009)	100
7.5	Qualitätssicherung bei der α -Säurenbestimmung für die Hopfenlieferungsverträge.....	106
7.5.1	Ringanalysen zur Ernte 2010	106
7.5.2	Auswertung von Kontrolluntersuchungen	108
7.6	Herstellung von reinen α -Säuren und deren ortho-Phenylendia-min-Komplexen zur Überprüfung und Kalibrierung der HPLC-Standards	109
7.7	Analysen für die Arbeitsgruppe IPZ 3d „Heil- und Gewürzpflanzen“	110
7.8	Kontrolle der Sortenechtheit	111
8	Veröffentlichungen und Fachinformationen	111
8.1	Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit	111
8.2	Veröffentlichungen	111
8.2.1	Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge	111
8.2.2	LfL-Schriften.....	113
8.2.3	Pressemitteilungen	113
8.2.4	Beiträge in Rundfunk und Fernsehen.....	113
8.3	Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen	114
8.3.1	Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare.....	114
8.3.2	Vorträge.....	115
8.3.3	Führungen	120
8.3.4	Ausstellungen und Poster.....	123
8.4	Aus- und Fortbildung	124
8.5	Diplomarbeiten.....	125
8.6	Mitarbeit in Arbeitsgruppen, Mitgliedschaften.....	125
8.7	Ehrungen	126
8.7.1	Dienstjubiläen	126

9	Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben.....	126
10	Forschungsschwerpunkte	128
11	Personal IPZ 5 - Arbeitsbereich Hopfen.....	130

1 Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen

1.1 Laufende Forschungsvorhaben

Züchtung von Zwerghopfen für den Niedrigerüstanbau

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen und AG Hopfenqualität/Hopfenanalytik
Finanzierung:	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) HVG Hopfenverwertungsgenossenschaft e.G.
Projektleitung:	Dr. E. Seigner, A. Lutz
Bearbeitung:	A. Lutz, J. Kneidl, A. Bogenrieder (alle IPZ 5c) Dr. K. Kammhuber, C. Petzina, B. Wyschkon, B. Sperr, (alle IPZ 5d)
Kooperation:	Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH); Hopfenbaubetriebe J. Schrag und M. Mauermeier
Laufzeit:	01.04.2007 - 31.12.2011

Ziel

Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, Hopfen zu züchten, die durch ihren kürzeren Wuchs, breite Krankheitsresistenz und ausgezeichnete Brauqualität besonders geeignet sind, um wirtschaftlich erfolgreich auf Niedrigerüstanlagen angebaut zu werden. Bislang sind solche adaptierten Sorten der noch fehlende Baustein, mit dem es gelingt, die Produktionskosten auf den 3 m hohen Gerüsten deutlich zu senken. Des Weiteren könnte mit diesem neuen Anbausystem die Umweltverträglichkeit des Hopfenanbaus gravierend verbessert werden, weil weniger Pflanzenschutz- und Düngemittel benötigt werden und diese zudem mit abdriftreduzierten Recycling-Tunnelspritzen ausgebracht werden können.

Ergebnisse

Anfang März wurde mit der Vorauslese der Sämlinge aus den vorjährigen 21 Kreuzungen (8 Aroma- und 13 Bittertyp-Kreuzungen) begonnen. Mitte Mai wurden diese auf Krankheitsresistenz bzw. -toleranz gegenüber Echem Mehltau und Peronospora vorselektierten Sämlinge in die Vegetationshalle gepflanzt. Bis zum Herbst wurden hier unter natürlichen Bedingungen ihre Wüchsigkeit und erneut ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Pilzen begutachtet. An Hand der Blüten, die sich ab Juli bildeten, erfolgte die Differenzierung in männliche und weibliche Pflanzen. Bei Sämlingen, die bis zum Herbst kein Geschlecht zeigten, wurde dieses mit einem DNA-Marker bestimmt. Pflanzen, die erhebliche Schwächen wie z. B. starken Befall mit Blattlaus, Mehltau, Wurzelfäule aufwiesen oder keinen geeigneten Wuchstyp zeigten, wurden jeweils bis zum Herbst gerodet.

Die Auspflanzung der weiblichen und männlichen Sämlinge in den Hochgerüst-Zuchtgarten in Hüll bzw. Freising erfolgte im Frühjahr 2011. Während der folgenden 2- bis 3-jährigen Sämlingsprüfung unter Hochgerüstbedingungen zeigen sich die Wüchsigkeit auf 7 m-Gerüsten sowie die Widerstandsfähigkeiten gegenüber Peronospora und Echem Mehltau unter natürlichen Infektionsbedingungen und erstmals auch gegenüber der Verticillium-Welke, deren Testung ein vollständig ausgebildetes Wurzelwerk der Pflanze voraussetzt.

Kreuzungen 2010

Im Juli 2010 wurden mit der Zielsetzung „Niedrigerüστεignung“ 15 weitere Kreuzungen (6 Aroma- und 9 Bittertyp-Kreuzungen) durchgeführt. Bei allen Kreuzungen konnten im Herbst Samen gewonnen werden.

Anbau auf den Niedrigerüstanlagen in Starzhausen und Pfaffenhofen

Seit 1993 werden englische Zwergsorten, Zuchtstämme mit geringerer Wüchsigkeit und traditionelle Hüller Hochgerüστεsorten auf beiden Niedrigerüstanlagen angebaut, um Erfahrung mit dieser neuen Anbauform zu sammeln. Am Standort Starzhausen konnten sehr gute Ertragsergebnisse erzielt werden, lediglich die Alphasäurewerte waren wegen des kühlen und bewölkten Sommers unterdurchschnittlich. Auf dem lehmig-schweren Boden in Pfaffenhofen waren die Erträge weniger zufriedenstellend, Peronosporainfektionen sowie Trocken- und Nässeschäden waren die Ursachen dafür.

Einige Zuchtstämme ließen verheißungsvolle Alphasäuregehalte und Erträge erkennen. Aber hohe Anfälligkeit gegenüber Peronospora und Rote Spinne stehen einem wirtschaftlichen, umweltfreundlichen Anbau noch entgegen.

Mit besonderer Spannung wird die Ernte 2011 erwartet. Dann stehen für mehrere Sämlinge, die aus den speziellen Kreuzungen im Rahmen dieses Niedrigerüστε-Projektes entstanden sind, aussagekräftige Daten zu Ertrag, Resistenzverhalten und Inhaltsstoffen zur Verfügung.

Mehltauisolate und ihr Einsatz in der Mehлтаuresistenzzüchtung bei Hopfen

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen
Finanzierung:	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.
Projektleitung:	Dr. E. Seigner, A. Lutz, Dr. S. Seefelder
Bearbeitung:	A. Lutz, J. Kneidl, Dr. S. Seefelder S. Hasyn (EpiLogic)
Kooperation:	Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising
Laufzeit:	01.05.2006 – 31.12.2010

Ziel

Für die Mehлтаuresistenzzüchtung am Hopfenforschungszentrum Hüll sind die Mehлтаuisolate zusammen mit den beiden etablierten Resistenzprüfsystemen im Gewächshaus

und Labor zu den entscheidenden Säulen geworden. Nur mit diesen innovativen Selektions- und Testmethoden ist es möglich, Hopfensorten zu züchten, die auch in Jahren mit hohem Pilzbefallsdruck der Hopfen- und Brauwirtschaft beste Brau- und Lebensmittelqualität sichern und zugleich Liefersicherheit garantieren.

Ergebnisse

Ein Sortiment von 11 verschiedenen Einzelspor-Isolaten von *Podosphaera macularis*, dem Echten Mehltaupilz bei Hopfen, wurde 2010 zusammen mit den Resistenztestsystemen für folgende Fragestellungen oder Untersuchungen eingesetzt:

- Bei der Beurteilung der Resistenzeigenschaften des Zuchtmaterials im Gewächshaus, wurden Mehltaurassen eingesetzt, die in der Hallertau bereits verbreitet sind. Aus Tausenden von Sämlingen aus über 95 Kreuzungen des Vorjahres wurden im Massenscreening 252 ausselektiert, die nachfolgend als Einzelpflanzen weiter begutachtet wurden. Des Weiteren wurden mit diesem Testsystem 56 Wildhopfen und 10 Fremdsorten getestet. Hopfen, die im Gewächshaus keine Mehltaupusteln zeigten, wurden im Labor bei EpiLogic mit dem Blatt-Test nachgetestet. Dabei wurden 140 Zuchtstämme und 49 Wildhopfen mit einem englischen Mehltauisolat (R2-Resistenzbrecher) und nachfolgend mit einem Hallertauer Isolat, das regionale Bedeutung hat, geprüft. So war es möglich, 52 Zuchtstämme und 45 Wildhopfen zu selektieren, die eine breite Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Echten Mehltau aufweisen. Nur mit diesen mehltauresistenten Hopfen wurde weitergezüchtet.
- Bei der Beurteilung der Virulenzsituation der Mehltaupopulationen in der Hallertau und weltweit, die jedes Jahr aufs Neue untersucht werden muss. Dadurch wird die Wirksamkeit der Resistenzen der im Anbau befindlichen Sorten und des Zuchtmaterials festgestellt. So zeigte sich, dass die Widerstandsfähigkeit der Hüller Zuchtsorte „Hallertauer Merkur“ auch 2010 noch voll wirksam ist, während sie bei „Herkules“ in bestimmten Regionen schon gebrochen ist. Darüber hinaus wurde auch erkannt und bestätigt, dass die Resistenz eines vielversprechenden Wildhopfens, der in den letzten Jahren vielfach als Resistenzträger bei Kreuzungen eingesetzt worden war, von Mehltaustämmen aus der Hallertau gebrochen werden kann. Somit ist es dringend notwendig, die Suche nach neuen Mehltau-Resistenzen bei Wildhopfen wieder zu intensivieren.
- Bei Studien, um die Interaktionen von Mehltaupilz und Hopfen histologisch und molekular zu untersuchen. Mit dem Einsatz verschiedener virulenter und avirulenter Mehltauisolate wurden genauere Einblicke in die unterschiedlichen Resistenzmechanismen gewonnen, die in den Hüller Sorten bzw. dem Zuchtmaterial zu finden sind. Dieses Wissen ist entscheidend, um die gezielte Kombination verschiedener, sich in ihrer Wirkung ergänzender Resistenzmechanismen in künftigen Sorten erreichen zu können.
- Bei der Funktionsanalyse von vermuteten Resistenzgenen unter Einsatz des sog. transienten Blatt-Expressionssystems. Mögliche Resistenzgene werden über eine Gentransfertechnik in Hopfen-Blatzellen eingeschleust und nachfolgend die Reaktionen des Pilzes und der Blatzelle im Labor beobachtet. Dabei sollen insbesondere hopfeneigene Gene erkannt werden, die bei der Mehltauabwehr eine Rolle spielen und somit in der klassischen Resistenzzüchtung genutzt werden können.

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

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen
Finanzierung:	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
Projektleitung:	Dr. E. Seigner
Bearbeitung:	K. Oberhollenzer, B. Forster, A. Lutz
Kooperation:	Prof. Dr. R. Hückelhoven, TU-München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Lehrstuhl für Phytopathologie Dr. Michael Reichmann, IPZ 3b Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising
Laufzeit:	01.04.2008 – 30.09.2011

Ziel

Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, die Interaktion Hopfen-Hopfenmehltaupilz in verschiedenen Wildhopfen, welche als neue Resistenzträger für die Züchtung dienen sollen, zu charakterisieren.

Ein anderer Teil dieser Arbeit unterstützt die Resistenzzüchtung mit einem molekularbiologischen Ansatz. Über einen sog. transienten Transformationsassay erfolgt eine funktionelle Charakterisierung von Genen, die an Abwehrreaktionen gegenüber Hopfenmehltau beteiligt sind.

Methoden

Die mikroskopische Beurteilung des Resistenzverhaltens erfolgt, indem verschiedene Hopfen mit Mehltau inokuliert und die Infektion zu verschiedenen Zeitpunkten nach der Inokulation abgestoppt wird. Um den Pilz und die Abwehrreaktionen auf Zellebene sichtbar zu machen, wurden verschiedene Färbetechniken etabliert

Für den transienten Transformationsassay wurden verschiedene Kandidatengene ausgewählt. Die Expression (Aktivität) dieser Gene nach Mehltaubefall wurde in anfälligen und resistenten Sorten untersucht. Eine funktionale Analyse einzelner Kandidatengene erfolgt durch eine transiente Transformation von Haarzellen mittels Mikropartikel-Beschuss.

Ergebnisse

Momentan werden verschiedene Wildhopfen aus den USA, Japan, der Türkei und aus Deutschland untersucht. Bei allen bis jetzt untersuchten Wildhopfen ist „Zelltod“ die Hauptkomponente der Abwehr. Zellwandverstärkungen scheinen bei diesen Wildhopfen eine geringe Rolle zu spielen. Der Pilz konnte außer in der anfälligen Kontrollsorte Northern Brewer auch in einem Wildhopfen Haustorien etablieren. Überraschenderweise wurde herausgefunden, dass Haarzellen auch bei makroskopisch resistenten Hopfengenotypen anfällig sind.

Durch den transienten Transformationsassay wurde mit einer funktionalen Charakterisierung eines Mlo-Gens begonnen. *Knock-down* Experimente in der anfälligen Sorte Northern Brewer zeigten, dass Zellen, in welchen ein transienter *knock-down* dieses Anfälligkeitgens erfolgte, weniger Haustorien enthielten als die Kontrolle. Durch das Ausschalten des Gens werden die Zellen also weniger anfällig

Untersuchungen zu *Verticillium*-Infektionen in der Hallertau

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen und AG Hopfenbau/Produktionstechnik
Finanzierung:	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
Projektleitung:	Dr. S. Seefelder, Dr. E. Seigner
Bearbeitung:	K. Drogenigg , C. Püschel, S. Petosic, E. Niedermeier
Kooperation:	Dr. S. Radisek, Slovenian Institute of Hop Research and Brewing, Slowenien Prof. B. Javornik, Universität Lublijana, Slowenien Prof. G. Berg, Karl-Franzens-Universität, Graz, Österreich Hopfenbau und Produktionstechnik, IPZ 5a
Laufzeit:	01.03.2008 - 31.05.2013

Ziel

Ein außergewöhnlich hohes Auftreten von Hopfenwelke quer durch das Sortenspektrum verursacht mittlerweile hohe Ertragseinbußen in speziellen Gebieten der Hallertau. Aus diesem Grund sollen im Zuge einzelner Teilprojekte verschiedene Fragestellungen parallel bearbeitet werden. Neben Untersuchungen zur Genetik und Virulenz des *Verticillium*-Pilzes, dem Erreger der Hopfenwelke, und Fragen zu den Ursachen, sollen auch Maßnahmen zur Eindämmung der Krankheit untersucht werden. Schwerpunkt ist neben der Etablierung eines schnellen Diagnosesystems für die Praxis, die Prüfung der Wirksamkeit von Bioantagonisten. Dies sind Mikroorganismen, die als biologische Gegenspieler die Hopfenpflanzen vor einem *Verticillium*-Befall schützen sollen.

Methoden

- Klassische Anzuchttechniken zur Inkulturnahme des *Verticillium*-Pilzes aus Hopfenrebstücken zur Gewinnung von Einsporisolen
- DNA-Isolationen aus Pilzreinkulturen, Hopfenreben und Bodenproben
- Molekulare und mikroskopische Untersuchungen zur Differenzierung von *Verticillium albo-atrum* und *V. dahliae*
- Molekularanalytische Charakterisierung der *Verticillium*-Isolate basierend auf AFLP- und SCAR-Markern
- Infektionstest zur Virulenzbestimmung

- Isolierung von *Verticillium*-Erbmaterial direkt aus der Rebe und aus Bodenpartikel
- Prüfung spezieller Bioantagonisten als mögliche Maßnahmen zur Bekämpfung
- Durchführung von Versuchen auf angepachteten, stark Welke-kontaminierten Flächen

Ergebnisse

Im Rahmen dieses Projektes konnte erstmalig für die Hallertau das Vorkommen milderer und aggressiverer *Verticillium*-Formen bestätigt werden. Hierzu wurden zunächst Rebenstücke aus stark Welke-befallenen Hopfengärten gesammelt und anschließend daraus über sehr arbeitsintensive Schritte reine Pilzkulturen gewonnen. Aus diesen Reinkulturen wurden Einsporisolate gezogen und nachfolgend die *Verticillium*-Art molekulargenetisch und z. T. mikroskopisch bestimmt. Um für weitergehende molekulare Untersuchungen ausreichend DNA-Material zur Verfügung zu haben, wurden diese Pilzkulturen vermehrt. Mittels AFLP-Analyse erfolgte die genetische Unterscheidung der Hallertauer *Verticillium*-Isolate mit Referenzisolaten aus Slowenien und England. Hierbei zeigte sich über spezielle AFLP-Primerkombinationen ein identisches DNA-Bandenmuster zwischen Isolaten aus extrem Welke-verseuchten Hallertauer Hopfengärten und letalen slowenischen und englischen *Verticillium*-Rassen. Ein 2009 in Slowenien durchgeführter erster künstlicher *Verticillium*-Infektionstest ließ sich 2010 unter optimierten Bedingungen verifizieren. Letale slowenische und englische Referenzisolate zeigten dabei die gleiche hohe Virulenz wie Hallertauer Isolate, die aus bislang toleranten Sorten wie Northern Brewer oder Hallertauer Tradition isoliert wurden. Milde ausländische Referenzisolate und *Verticillium*-Isolate aus weit weniger geschädigten Hallertauer Hopfengärten wiesen ein ähnliches, weit aus geringeres Virulenzverhalten auf. Somit konnte zusätzlich zu den vorausgegangenen molekularen Erkenntnissen nun endgültig das Vorkommen sehr aggressiver *Verticillium*-Rassen im Hallertauer Anbaugebiet bestätigt werden. Im Zuge einer kürzlich begonnenen Dissertation konnten vielversprechende Experimente zur Etablierung eines für die Praxis notwendigen Diagnoseschnelltests durchgeführt werden. Mit Hilfe eines Homogenisators, unter Verwendung spezieller Glas/Keramik-Gemische und kommerzieller Pilzisolationskits konnte das Erbmaterial des *Verticillium*-Pilzes direkt aus frischen Hopfenreben extrahiert werden. Somit könnte der bislang notwendige, sehr arbeitsaufwändige und kostenintensive Schritt der Pilzanzucht vermieden werden.

Ausblick

Schwerpunkt neben weiterführenden Molekular- und Virulenzanalysen wird die kürzlich begonnene Testung spezieller Bakterienstämme sein, die als Bioantagonisten junge Hopfenpflanzen in stark Welke-verseuchten Gärten vor dem Befall des *Verticillium*-Pilzes präventiv schützen könnten. Ein besonderes Augenmerk liegt auch auf der möglichen Resistenzselektion von Wildhopfen und Hüller Zuchtstämmen, die 2010 auf einer angepachteten, extrem *Verticillium*-kontaminierten Fläche gepflanzt wurden.

Monitoring auf Hop stunt viroid (HSVd) Infektionen bei Hopfen in Deutschland

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz, AG Pathogendiagnostik und Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen
Finanzierung:	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
Projektleitung:	Dr. L. Seigner, Institut für Pflanzenschutz (IPS 2c); Dr. E. Seigner, A. Lutz (beide IPZ 5c)
Bearbeitung:	M. Kappen, C. Huber, M. Kistler, D. Köhler, F. Nachtmann, L. Keckel (alle IPS 2c); J. Kneidl (IPZ 5c)
Kooperation:	Dr. K. Eastwell, Washington State University, Prosser, USA
Laufzeit:	01.04.2009 - 30.09.2010

Ziel

Hop stunt viroid (HSVd) ist bei Hopfen wegen der damit verbundenen massiven Ertrags- und Qualitätsverluste eine sehr ernst zunehmende Krankheit. In den 1940er Jahren trat sie erstmals in Japan und Korea auf. 2004 wurden HSVd-Infektionen zum ersten Mal auch in US-Hopfungärten und 2007 in China nachgewiesen. Solange es keine zuverlässigen kurativen Methoden für HSVd-infizierte Hopfen gibt, ist ein kontinuierliches, möglichst umfassendes Monitoring unserer Zuchtgärten, der Vermehrungsbetriebe und Praxisgärten die beste Vorsorge.

Methode

Zum sicheren Nachweis des HSVd wurde im Pathogen-Diagnostiklabor der LfL unter Leitung von Dr. L. Seigner ein zweistufiges RT-PCR-(Reverse Transkriptase-Polymerase-Ketten-Reaktion) Verfahren eingesetzt. Dabei wurden HSVd-spezifische Primern (Eastwell und Nelson 2007) und eine zusätzliche interne, hopfeneigene mRNA-basierte RT-PCR-Kontrolle (Seigner et al. 2008) verwendet.

Ergebnisse

Auch 2010 wurde das 2008 begonnene Monitoring auf das Hop stunt viroid (HSVd) unter Einsatz der RT-PCR (Reverse Transkriptase-Polymerasekettenreaktion) bei Hopfen fortgeführt. Dabei wurden 104 Blattproben aus Praxisbetrieben, 33 aus dem Vermehrungsbetrieb der Gesellschaft für Hopfenforschung, 40 Proben von Sorten aus dem Ausland und 200 Blattproben aus den verschiedenen Zuchtgärten in Hüll, Rohrbach, Freising und Schrittenlohe untersucht. In allen Praxisproben aus der Hallertau, Tettang und dem Elbe-Saale-Gebiet wurde kein HSVd detektiert. Auch beim Vermehrungsbetrieb Eickelmann konnte für alle seit 2008 getesteten Pflanzen HSVd-Freiheit bestätigt werden. Doch entdeckten wir 2010 bei unserem Monitoring zum allerersten Mal das Hop stunt viroid in allen fünf Pflanzen der US-Sorte „Horizon“, die im Hüller Sortengarten standen. Diese Sorte war 2001 aus den USA gekommen. Beim nachfolgenden systematischen Screenen rund um die HSVd-infizierten Pflanzen wurde noch bei vier weiteren Hopfen, die in Nachbarschaft zum Infektionsherd standen, das Viroid nachgewiesen. Unter Beachtung

der von unserem US-Kollegen Dr. K. Eastwell empfohlenen phytosanitären Maßnahmen wurden alle (9) HSVd-infizierten Pflanzen (Rebe und Wurzelstock) sofort mit Glyphosat tot gespritzt, Rebe und Wurzelstock verbrannt und der Bereich um den früheren Wurzelstock mehrmals mit Glyphosat behandelt, um alle mit HSVd-infizierten Teile auszurotten. Der Bereich wurde sofort abgesperrt und wird auch nächstes Jahr nicht bepflanzt werden.

Wegen der hohen Kosten für einen RT-PCR-Test können nie alle Pflanzen untersucht werden. Nach unseren bisherigen Ergebnissen müssen insbesondere Sorten, die aus früheren oder aktuellen Befallsgebieten kommen und in Praxisbetrieben angebaut werden, auf dieses Viroid getestet werden. Dies gilt ebenso für importiertes Zuchtmaterial einschließlich Wildhopfen sowie für ausländische Sorten, die nach Hüll zur Sortenregisterprüfung kommen. Des Weiteren wird darauf geachtet, dass alle Mutterpflanzen des Vermehrungsbetriebes der GfH auf HSVd getestet sind. Das Monitoring-Programm kann mit der finanziellen Unterstützung der Wissenschaftlichen Station für Brauerei in München e.V. 2011 weitergeführt werden, wobei die Hopfenproben auch auf Viruserkrankungen untersucht werden.

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.

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.

Nachhaltige Optimierung der Bekämpfung von Blattläusen (*Phorodon humuli*) im Hopfen (*Humulus lupulus*) durch Bekämpfungsschwellen und Züchtung Blattlaustoleranter Hopfensorten

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen
Finanzierung:	Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)
Projektleitung:	B. Engelhard
Bearbeitung:	Dr. F. Weihrauch
Kooperation:	Hopfenpflanzer
Laufzeit:	01.04.2008 - 31.03.2011

Ausführlicher Bericht siehe Punkt 6.3, Seite 88 bis 91

Erarbeitung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen Luzernerüssler (*Otiorhynchus ligustici*) im Hopfenbau

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen
Finanzierung:	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
Projektleitung:	B. Engelhard
Bearbeitung:	U. Lachermeier, J. Schwarz
Kooperation:	Teilprojekt des Verbundprojektes „Erarbeitung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen Bodenschädlinge“
Laufzeit:	01.03.2008 – 31.12.2010

Ziel

- Bekämpfung der Rüsselkäferlarven im Boden mit entomopathogenen Nematoden (EPN), wobei möglichst eine dauerhafte Ansiedlung der EPN erreicht werden soll.
- Erfassung der in den deutschen Hopfenanbaugebieten tatsächlich als Schädling auftretenden *Otiorhynchus*-Arten.

Ergebnisse 2008 - 2010

- Freilandversuche
An den Standorten Oberulrain, Untermantelkirchen und Schweinbach wurden in Parzellen mit mehrfacher Wiederholung entomopathogene Nematoden (*Steinernema carpocapsae*, *Heterohabditis bacteriophora*) zur Bekämpfung des Liebstockrüsslens geprüft. Als Vergleichsvarianten dienten „unbehandelt“ und „chemische Pflanzenschutzmittel“.
Die Auswertung erfolgte durch Zählen der Käfer von April bis Juli an den Hopfenpflanzen und an Rotkleesoden, die als Fangpflanzen in die Hopfenreihen eingepflanzt wurden. Im Herbst wurden die Rotkleesoden ausgegraben und zusätzlich auf Larven kontrolliert. Zum Abschluss der Versuchsreihe nach drei Jahren wurden am Standort Oberulrain noch acht Hopfenstöcke aus jeder Variante auf 60 cm Tiefe ausgegraben und die Stöcke auf Käfer und Larven untersucht. Leider war in allen Jahren der Befall gering bis sehr gering. Zwischen den Varianten konnten keine statistisch gesicherten Unterschiede ermittelt werden.
- Semi-Freilandversuche
In Topfversuchen wurden definierte Mengen von Rüsselkäfer-Eiern ausgebracht. Zur Eierproduktion wurden Käfer aus Hopfenanlagen gesammelt und in Haltungsgefäßen mit Luzerne bzw. Rotklee gefüttert. Je Topf wurden 25 Eier an den Wurzelhals des eingesäten Rotklees gebracht und neben „unbehandelt“ mit EPN und entomopathogenem Pilz (EPP) behandelt. Der Wirkungsgrad der EPP war besser (bis 70 %) als der von EPN. Diese Versuche werden 2011 fortgeführt.
- Über getrennte Fangfallen wurde in den deutschen Hopfenanbaugebieten das Auftreten der *Otiorhynchus*-Arten überprüft. Die Auswertung ist noch nicht abgeschlossen. Ein ausführlicher Bericht kann bei der AG Pflanzenschutz Hopfen der LfL angefordert werden.

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

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen
Finanzierung:	Erzeugergemeinschaft HVG e. G.
Projektleitung:	B. Engelhard
Bearbeitung:	J. Schwarz, G. Meyr
Laufzeit:	01.01.2010 – 31.12.2012

Ziel

Ein vorläufiges (nach empirischen Daten) und ein witterungsgestütztes Prognosemodell (nach wissenschaftlichen Daten) wurden über mehrere Jahre entwickelt und bereits in Freilandversuchen überprüft. Der Infektionsdruck in mehreren unbehandelten Parzellen war in dieser Zeit zu gering, um endgültige Aussagen zur Treffsicherheit der Prognose machen zu können. Die Versuche dienen zur Klärung der Frage.

Ergebnisse

An vier Standorten wurden drei Varianten bei drei Sorten geprüft:

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

An allen Standorten und allen Sorten waren unbehandelte Parzellen mit je ca. 500 m² und Parzellen, die nach den Spritzaufrufen der vorläufigen und der witterungsgestützten Prognosemodelle behandelt wurden.

Leider war auch 2010 in den unbehandelten Parzellen zu geringer Befall, um aussagekräftige Ergebnisse zu bekommen.

Das „vorläufige Modell“ brachte Spritzaufufe für alle Sorten am 03.06., 18.06. und 08.08. sowie einen Spritzaufruf am 24.07. für anfällige Sorten.

Das „witterungsgestützte Modell“ reagiert an den sechs agrarmeteorologischen Messstationen der Hallertau sehr unterschiedlich. Am 04.06. wurde die Bekämpfungsschwelle an 2 von 6 Standorten erreicht; am 19.06. an 3 von 6 Standorten. Schwerpunkt der Schwellenüberschreitung zum späteren Zeitpunkt war vom 12. - 17.08. Bei strenger Auslegung der Kriterien zur Schwellenüberschreitung kommt das „witterungsgestützte Modell“ 2010 näher an die tatsächlich notwendigen Aufrufe.

Um für die Praxis das Risiko zu minimieren, wurden für tolerante Sorten zwei Spritzaufufe und für anfällige Sorten vier Aufrufe ausgerufen.

Reduzierung oder Ersatz kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen
Finanzierung:	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
Projektleitung:	B. Engelhard
Bearbeitung:	A. Sterler, J. Schwarz
Kooperation:	G. Pichlmaier, Haushausen
Laufzeit:	19.04.2010 - 18.03.2013

Ziel

Nach umwelt- und anwendertoxikologischer Beurteilung durch das Umweltbundesamt (UBA) sollten kupferhaltige Pflanzenschutzmittel generell nicht mehr angewendet werden. Ökobetriebe können zum derzeitigen Stand allerdings nicht auf diesen Wirkstoff verzichten. Es soll deshalb in einem dreijährigen Versuchsprogramm überprüft werden, wie weit die Kupfermengen pro Saison reduziert werden können, ohne die Qualität des Hopfens zu verschlechtern. Die derzeit erlaubte Aufwandmenge von 4,0 kg Cu/ha/Jahr soll zumindest auf die Hälfte reduziert werden.

Ergebnisse 2010

- Erstmals wurde in einem Öko-Hopfungarten eine Peronosporastation zur Erfassung der Zoosporangien aufgestellt und ausgewertet. Überraschend war das bis zum 10-fachen höhere Vorkommen der Zoosporangien gegenüber den Vergleichsstationen in konventionellen Hopfungärten. Zeitlich waren die Anstiege und Rückgänge der Zoosporangienzahlen identisch.
- Die Kupferaufwandmengen von 4,0, 3,0 bzw. 2,0 kg/ha waren auf sechs Spritzungen aufgeteilt. Zu jeder Spritzung wurden betriebsübliche Bio-Produkte (Gesteinsmehl, Braunalgen, Netzschwefel) in wechselnder Reihenfolge dazugegeben.
- Bei 3,0 und 2,0 kg Cu/ha wurden Neuformulierungen auf Cu-Hydroxidbasis verwendet.
- In allen Varianten (Ausnahme unbehandelt) konnte marktfähiger Hopfen produziert werden.
- Zusätze von Pflanzenstärkungsmitteln (Herbagreen, Biplantol, Frutogard) brachten eine Wirkungsverbesserung.
- Bei der Beurteilung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass der Versuch in der peronosporatoleranten Sorte Perle durchgeführt wurde.

Verhalten der Bienen im Hopfengarten und Untersuchungen zur Guttation im Hopfen

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen
Finanzierung:	Erzeugergemeinschaft HVG e. G.
Projektleitung:	B. Engelhard
Bearbeitung:	Dr. K. Wallner, Landesanstalt für Bienenkunde der Universität Hohenheim Dr. I. Illies, Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Fachzentrum Bienen, Veitshöchheim Julius-Kühn-Institut Braunschweig Imker des Kreisverbandes Pfaffenhofen G. Meyr, IPZ 5b
Laufzeit:	2010

Ziel

Nach dem Verbot von Tamaron (Wirkstoff Methamidophos) besteht zur Bekämpfung der Bodenschädlinge eine Lücke, die mit dem Produkt Actara (Wirkstoff Thiamethoxam) geschlossen werden könnte. Der Wirkstoff aus der Gruppe der Neonicotinoide wirkt jedoch bekanntermaßen sehr stark toxisch auf Bienen.

Es war zu prüfen, ob die Anwendung des Produktes in Einzelstockanwendung auf den Boden, vor oder nach dem Kreisel, irgendeinen negativen Einfluss auf Bienen hat. Da der Wirkstoff auch noch über Guttation verbreitet werden kann, war intensiv zu beobachten, ob Guttation bei Hopfen überhaupt auftritt.

Ergebnisse

- Guttation: An zwei Standorten (Königsfeld, Hüll) wurden in den Morgenstunden regelmäßige Kontrollen durchgeführt. Während an Frauenmantel (*Alchemilla sp.*), der zwischen den Hopfen gepflanzt wurde, sehr häufig Guttation auftrat, konnte bei Hopfen nur am 28.05. in geringem Umfang Guttation beobachtet werden.
- Einfluss auf Bienen: Zweimal acht Bienenvölker wurden in bzw. unmittelbar an Hopfengärten aufgestellt. Alle Hopfengärten in der Umgebung wurden mit Actara behandelt und der sonstige Pflanzenschutz wurde praxisüblich durchgeführt. In allen von Fachleuten der Imkerei durchgeführten Beobachtungen konnten keine Auffälligkeiten im Vergleich zu den Kontrollvölkern abseits von Hopfengärten festgestellt werden. Die Beobachtungen wurden ergänzt durch umfangreiche Analysen an Bienen (Wasserträgerinnen, Sammlerinnen) und Honig. Es wurden keine Rückstände des Wirkstoffes gefunden.
Publikationen zu diesen Projekten sind geplant.

Entwicklung der Blattoberflächen an Hopfensorten während der Vegetationsperiode

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen
Finanzierung:	Syngenta Agro GmbH
Projektleitung:	B. Engelhard
Bearbeitung:	U. Lachermeier
Laufzeit:	01.04. - 30.11.2012

Ziel

Es gibt sehr unterschiedliche Wuchstypen und Blattgrößenverhältnisse bei den Hopfensorten. Die Blattflächenentwicklung und -verteilung sollte festgestellt werden, um mögliche Auswirkungen auf den Pflanzenschutzmittelaufwand und den Wasseraufwand als Trägerstoff bei der Anwendung zu übermitteln.

Ergebnisse

Bei den Sorten Hallertauer Tradition (HT), Saphir (SR) und Herkules (HS) wurden Mitte Juni, Mitte Juli und Mitte August je sechs gleichmäßige Aufleitungen aus Praxisflächen entnommen. Die Aufleitungen wurden in sieben Sektoren eingeteilt: Basis, Mitte, Oben - jeweils Zentrum und Seitenäste, sowie die Kopregion über der Verdrahtung am Stacheldraht. Bei der ersten Erhebung war es möglich, die Blattflächen aller Einzelblätter per Scanalyzer zu messen. Bei der Erhebung Mitte Juli konnte dies nur noch bei der Sorte HT durchgeführt werden. Bei HS konnte die Gesamtfläche noch gemessen werden; die Blattflächen von SR konnten nicht mehr gemessen werden. Zum dritten Zeitpunkt wurden die Blätter von jedem Sektor in 17 Gruppen eingeteilt und von je 10 Blättern eine Durchschnittsgröße ermittelt. SR und HS haben pro Aufleitung immerhin ungefähr 10.000 Einzelblätter.

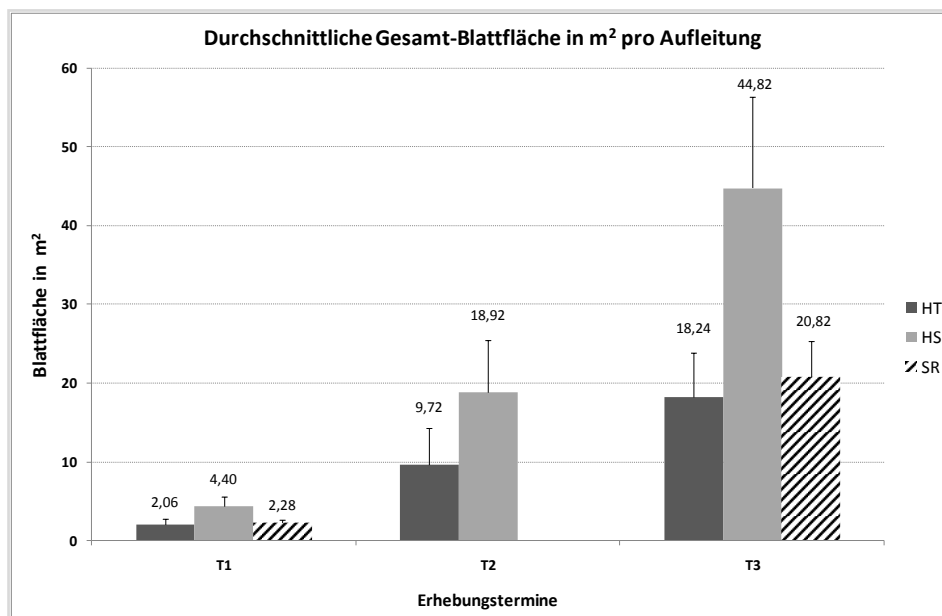


Abb. 1.1: Blattflächenentwicklung bei Hopfen

Bei zwei Fünftel der Vegetationsperiode und zwei Drittel Gerüsthöhe (BBCH 37) hat der Hopfen gerade 10 % der maximalen Blattfläche von Mitte August. Die Doldenoberfläche ist bei den angegebenen Oberflächen noch nicht berücksichtigt! HS bringt ab Mitte August mit Dolden ca. 30 m² pro Aufleitung, was pro Hektar ca. 120.000 m² zu behandelnde grüne Oberfläche ergibt, die vor Schadorganismen (auch im Zentrum der Aufleitung) geschützt werden muss.

In weiteren Teilprojekten wurde mittels eines sog. Ceptometers (Messung der photosynthetisch aktiven Strahlung) eine indirekte Methode der Blattflächenmessung überprüft - mit guten Übereinstimmungen zur direkten Blattflächenmessung.

Über Belagmessungen auf Tracerbasis werden gesonderte Veröffentlichungen erfolgen.

Differenzierung des Welthopfensortiments mit Hilfe der niedermolekularen Polyphenole

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenqualität und -analytik
Finanzierung:	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten (StMELF)
Projektleitung:	Dr. K. Kammhuber
Bearbeitung:	Dr. K. Kammhuber, B. Sperr
Laufzeit:	01.01.2010 - 31.12.2011

Ziel

Zuerst sollte eine geeignete Probenvorbereitung und HPLC-Methode ausgearbeitet und damit das ganze in Hüll verfügbare Welthopfensortiment 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 untersucht. 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 sehr ähnlich. Eine Gruppierung nach Ländern ist nicht möglich.

Entwicklung eines Gerätes zur vollautomatischen Drahtaufhängung im Hopfenbau

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Finanzierung:	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
Projektleiter:	J. Portner
Bearbeitung:	Dr. G. Fröhlich, Dr. Z. Gobor, ILT
Kooperation:	Fa. Soller GmbH, Geisenfeld
Laufzeit:	01.01.2008 – 30.04.2010

Ziel

Ziel des geplanten Vorhabens ist es, das derzeit manuelle Aufhängen des Aufleitdrahtes zu automatisieren. Dazu soll von der Firma Soller mit Unterstützung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) ein Prototyp entwickelt und im Feld erprobt werden. Geplant ist, das Gerät zur vollautomatischen Drahtaufhängung am Frontlader des Schleppers anzubringen, das gesteuert von Sensoren während der Vorfahrt den Aufleitdraht in 7 m Höhe in vorgegebenen Abständen vollautomatisch am Hopfengerüst befestigt. Der große Vorteil der Automatisierung besteht darin, dass die Arbeitskräfte auf der Hopfenkanzel (oft ausländische Saison-AK) eingespart werden können, die Unfallgefahr reduziert wird und die Arbeit unabhängiger von der Witterung durchgeführt werden kann.

Ergebnisse

Hydraulik- und Mechatronikspezialisten des Instituts für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft haben einen von der Fa Soller gefertigten Prototypen auf Schwachstellen untersucht und eine Fehleranalyse durchgeführt. Die Neugestaltung des Bindekopfes mit hydraulischen Schwenkmotoren und Verbesserungen in der Hydraulikversorgung wurden in einem zweiten Prototypen realisiert, der Ende 2009 erstmals im Feld getestet werden konnte. Dabei wurde eine Flächenleistung von 0,17 ha/h (= 6 h/ha) gemessen. Bis Projektende im Frühjahr 2010 wurden noch kleinere Optimierungen vorgenommen, um die Arbeitsgeschwindigkeit zu erhöhen und die Störungsanfälligkeit zu minimieren. Weitere Praxistests im Winter 2010/11 werden Aufschluss darüber geben, bis wann das Gerät in die Praxis eingeführt werden kann.

Der Schlussbericht des Forschungsprojekts kann im Internet auf der Homepage des Arbeitsbereichs Hopfen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft unter www.LfL.bayern.de/ipz/hopfen eingesehen werden.

Automatische Erntemengenerfassung und Ertragskartierung bei Hopfen

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Finanzierung:	Erzeugergemeinschaft HVG e.G.
Projektleiter:	J. Portner
Bearbeitung:	J. Portner
Kooperation:	Fa. Rottmeier, Erding; A. Widmann, Hüll
Laufzeit:	01.01.2008 – 31.12.2010

Ziel

Im Rahmen eines Projekts soll eine automatische Erntemengenerfassung am Doldenförderband entwickelt werden. Die Zuordnung der Erntemenge zur Position im Feld soll mittels GPS-Satellitenortung erfolgen. Wenn die Erntemengenerfassung und Zuordnung gelingt, könnten die aufgezeichneten Daten mit Hilfe einer Software in Form einer Ertragskartierung im Raster von 10 auf 10 m farblich dargestellt werden.

Mögliche Anwendungsgebiete wären z. B. in der Beratung das Aufdecken von Problem-bereichen aufgrund von Virusbefall, Bodenunterschieden und Spurennährstoffmangel und das Optimieren von Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen.

Im Versuchswesen könnten produktionstechnische Unterschiede ohne großen Aufwand ertraglich erfasst werden. Bei der Auswahl von Versuchsflächen für Exaktversuche würden die Ertragskarten Aussagen über die Homogenität des Hopfengartens liefern.

Als weiterer Nebeneffekt wäre eine Dokumentation der Ernte hinsichtlich Erntedatum, -dauer, -menge, usw. denkbar.

Ergebnisse

Zur automatischen Erntemengenerfassung wurde zwischen dem Doldenaustragsband und dem Förderband zum Grünhopfensilo eine Bandwaage eingebaut. Alternativ wurden über dem Förderband Ultraschallsensoren angebracht, die eine volumetrische Bestimmung der Erntemenge durchführten. Der Vorteil der Volumenmessung ist, dass unterschiedliche Feuchtigkeitsgehalte des Hopfens, die das Gewicht verfälschen können, keine Rolle spielen. Die Übereinstimmung der volumetrischen Ultraschallmessung mit den Bandgewichten wurde bereits 2009 festgestellt.

Die Zuordnung der Ertragsdaten zur Position im Feld erfolgt mittels eines Rebenzählers, der am Einzugsarm der Pflückmaschine angebracht war. Damit kann unter Berücksichtigung eines zeitlichen Versatzes der gemessene Ertrag der Position der Rebe in der abgeernteten Reihe zugeordnet werden. Über GPS-Satellitenortung mit Zeitaufzeichnung kann die zeitliche Abfolge der Aberntung des Feldes rekonstruiert werden. Nach Zusammenspielen der Daten stellt eine spezielle Software die gemessenen Erträge in einer Art Ertragskartierung dar.

Sortenreaktion auf Reduzierung der Gerüsthöhe (6 m) und Erprobung neuer PS-Applikationstechniken

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Finanzierung:	Erzeugergemeinschaft HVG e.G.
Projektleiter:	J. Portner
Bearbeitung:	S. Fuß
Kooperation:	Fa. Mitterer, Terlan
Laufzeit:	01.01.2008 – 31.12.2011

Ziel

In diesem Projekt wurde in mehreren Praxisgärten (Ertragsanlagen verschiedener Hopfensorten) das 7 m hohe Hopfengerüst im Bereich der Versuchsparzellen auf 6 m reduziert. Ziel ist es, die Reaktion verschiedener Sorten hinsichtlich Pflanzenentwicklung, Krankheits- und Schädlingsbefall, Ertrag und Qualität bei verminderter Gerüsthöhe zu untersuchen. Bei den Aromasorten finden die Versuche mit den Sorten Perle und Hallertauer Tradition statt, bei den Bittersorten mit Hallertauer Magnum, Hallertauer Taurus und Herkules.

Im zweiten Projektteil soll ein modifiziertes Sprühgerät der Fa. Mitterer für niedrigere Gerüsthöhen (aus dem Obstbau) mit der herkömmlichen Sprühgerätetechnik verglichen werden. Untersucht werden soll hierbei, inwieweit der Wasseraufwand reduziert, die Wirkstoffanlagerung verbessert und die Umweltgefährdung durch Abdrift vermindert werden kann.

Ergebnisse

Da in 2009 aufgrund des Hagelschlags 4 der 6 Versuchsstandorte zerstört wurden, wird das Projekt um ein Jahr verlängert. Aussagen zu Wachstum und Ertrag bei reduzierter Gerüsthöhe sind daher noch nicht möglich und bedürfen noch weiterer Untersuchungen.

Nach leichten Modifizierungen am Sprühgerät der Fa. Mitterer wurden 2010 in einer 7 m hohen Anlage weitere Tests im Vergleich mit anderen Sprühgeräten durchgeführt. Augenscheinlich waren die Benetzungsergebnisse gut. Leider können die exakten Belagsmessungen aufgrund eines systematischen Fehlers nicht ausgewertet werden. Eine Wiederholung der Applikationsversuche und die Durchführung eines Wirkungsversuchs sind für 2011 geplant.

Untersuchungen zur Statik von Hopfengerüstanlagen

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Finanzierung:	Erzeugergemeinschaft HVG e.G.
Projektleiter:	J. Portner
Bearbeitung:	S. Breitner (Bau-Ing.)
Kooperation:	Prof. Dr. O. Springer, FH Regensburg, Fakultät Bauingenieurwesen
Laufzeit:	2010 – 2011

Ziel

Aufgrund verheerender Sturmereignisse in den letzten Jahren, die in der Hallertau zum Einsturz von Hopfengerüstanlagen vor der Ernte geführt haben, soll untersucht werden, welche Vorzüge und Schwächen die unterschiedlichen Bauformen von Gerüstanlagen in den verschiedenen Anbaugebieten haben und ob Verbesserungen hinsichtlich der Statik möglich sind.

Ergebnisse

Mit Unterstützung einer Bauingenieurin, die von einem Hopfenbaubetrieb stammt und Statikerfahrung besitzt, haben Studenten der FH Regensburg, Fakultät Bauingenieurwesen, im Rahmen einer Projektarbeit eine umfangreiche Literaturrecherche betrieben, Exkursionen in die Hopfenanbaugebiete Hallertau, Tettwang und Elbe-Saale unternommen und Gespräche mit Beratern und Gerüstbauern geführt. Anhand von Modellberechnungen mit den verschiedenen Gerüstbauformen (Hallertauer-, Tettwanger- und Elbe-Saale-Gerüst) konnten Stärken und Schwächen der verschiedenen Anlagen aufgezeigt und Verbesserungsvorschläge gemacht werden.

1.2 Forschungsschwerpunkte

1.2.1 Züchtungsforschung Hopfen

Züchtung von Qualitätssorten im Aroma – und Bitterstoffbereich mit optimierten Inhaltsstoffen (z. B. Bittersäuren, Xanthohumol, antioxidative Substanzen)

Leitung: A. Lutz, Dr. E. Seigner
Bearbeitung: A. Lutz, J. Kneidl, Team von IPZ 5c
Kooperation: Dr. K. Kammhuber, Team von IPZ 5d



Ziel

Der Trend, dass kreative Brauer Hopfen mit neuen Aromausprägungen für ihre Spezialbiere suchen, wurde in Hüll frühzeitig erkannt. So werden seit Jahren verstärkt Kreuzungen mit dem Ziel durchgeführt, weitere Aromasorten mit neuartigen Aromanoten zu entwickeln, die sich später auch in den fertigen Bieren wiederfinden. Aktuell werden Sämlinge/Zuchtlinien ausgelesen, die vielfältige Blumen-, Kiefern- und Zitrusnoten besitzen und zum Teil auch exotische Aromen bieten wie von Mandarine, Melone, Mango oder Johannisbeere. Des Weiteren werden auch Hopfen für alternative Anwendungen außerhalb der Brauwirtschaft entwickelt. Hüller Zuchtstämme mit hohen Bittersäuregehalten, insbesondere wenn der Anteil an Betasäuren bis zu 20 % beträgt, sind wegen ihrer antimikrobiellen und bakteriostatischen Wirkung als umweltverträgliches, gesundheitlich unbedenkliches Konservierungsmittel beispielsweise für die Lebensmittel- und für die Ethanolindustrie interessant. Vielversprechende Arbeiten weltweit wie z. B. am Krebsforschungszentrum Heidelberg stellen immer wieder die anti-kanzerogene Wirkung des Xanthohumols heraus, wodurch unsere Sorte Hallertauer Taurus und auch neue Stämme mit 1,2 bzw. 1,7 % dieses Polyphenols besondere Bedeutung für den medizinisch-pharmazeutischen Bereich haben.

Maßnahmen und Ergebnisse

- Prüfungen der Sämlinge auf Krankheitsresistenz im Gewächshaus und Labor
- Anbauprüfung der krankheitsresistenten Sämlinge
- Selektion agronomisch interessanter Sämlinge

- Analyse der Inhaltsstoffe mittels HPLC, NIRS und GC
- Brauversuche und Verarbeitungsstudien

Zuchtstamm/ Sorte	Alphasäuregehalt	Betasäuregehalt	Alpha- und Betasäuregehalt	Xanthohumol
2003/067/002	9,5 – 14,5	11,0 – 14,0	20 – 27	0,6 – 0,8
2003/067/005	12,0 – 16,5	9,0 – 12,0	21 – 26	0,6 – 0,8
2003/067/044	2,7 – 5,5	15,3 – 21,2	19 – 25	0,9 – 1,5
2001/101/704	10,0 – 15,0	3,2 – 4,7	13 – 19	1,4 – 2,1
2000/109/728	16,5 – 23,5	5,0 – 6,4	21 – 29	0,7 – 1,0
Hall. Taurus	13,0 – 20,0	4,0 – 6,0	17 – 26	0,7 – 1,0

Meristemkulturen zur Eliminierung von Viren - Grundvoraussetzung für virusfreies Pflanzmaterial

- Leitung:** Dr. E. Seigner
Bearbeitung: B. Haugg, U. Ziegltrum, A. Lutz
Kooperation: O. Ehrenstraßer, IPZ 5b

Ziel und Methode

Mit der Meristemkultur gelingt es, virusfreie Hopfenpflanzen zu erzeugen. Dabei wird die oberste Wachstumszone (= Meristem), die sich am Ende der Sprossspitze befindet, nach einer Hitzebehandlung der Sprossspitzen heraus präpariert. Diese 0,2-0,3 mm großen Zellbildungszentren gelten nach der Hitzetherapie als virusfrei. Auf speziellen Nährmedien wachsen diese Meristeme zu vollständigen Pflanzen heran. Zur Absicherung des virusfreien Zustandes der über Meristemkultur erzeugten Hopfen werden ihre Blätter mit der ELISA (enzyme linked immunosorbent assay)-Technik auf Apfelmosaik- und Hopfenmosaikvirus untersucht.

Ergebnisse

Dieses Schneiden der Meristeme war seit der Etablierung dieser Gewebekulturmethode am Hopfenforschungszentrum in den 1980er Jahren von Herrn Hesse, IPZ 5b, routinemäßig jedes Jahr durchgeführt worden, um virusfreies Ausgangsmaterial (= Mutterpflanzen) für den Vermehrungsbetrieb der Gesellschaft für Hopfenforschung bereitstellen zu können. Nach dem Ausscheiden von Herrn Hesse in den Ruhestand musste die Technik bei IPZ 5c neu etabliert werden. Die Bedeutung von virusfreiem Pflanzmaterial als Teil der Qualitätsoffensive wird in Abschnitt 4.1.4 erläutert. Darüber hinaus wurde auch eine Optimierung des *in vitro*-Vermehrungsmediums auf die speziellen Anforderungen verschiedener Genotypen hin erreicht.

1.2.2 Hopfenbau, Produktionstechnik

Versuche zur Bewässerungssteuerung im Hopfenanbau

Bearbeitung: J. Münsterer

In einem Bewässerungsversuch am Standort Schafhof werden die für einen optimalen Hopfenertrag erforderlichen Bewässerungsmengen und -zeitpunkte in verschiedenen Versuchsvarianten und Stufen ermittelt. Verglichen wurde die betriebsübliche Bewässerungssteuerung mit computergestützten Wasserhaushaltsmodellen und direkten Verfahren zur Messung der Bodenfeuchte.

Positionierung der Tropfschläuche bei der Hopfenbewässerung

Bearbeitung: J. Münsterer

An den drei vom Boden her unterschiedlichen Standorten Ilmendorf, Kolmhof und Oberempfenbach wird überprüft, inwiefern bei betriebsüblicher Hopfenbewässerung eine unterschiedliche Positionierung der Tropfschläuche Auswirkungen auf Wachstum und Ertrag hat. Verglichen wird die Bewässerung mit auf dem Bifang verlegten Schläuchen mit einer Variante, bei der die Tropfschläuche seitlich neben dem Bifang im Boden dauerhaft eingezogen wurden. In der Praxis werden die Tropfschläuche aus arbeitswirtschaftlichen Gründen auch in der Fahrgassenmitte positioniert. Diese Art der Positionierung wird in einer zusätzlichen Versuchsvariante auf einem Lehmboden in Unterhartheim und auf einem Sandboden in Eichelberg untersucht.

Erste Untersuchungen zur Optimierung von Bandrocknern

Bearbeitung: J. Münsterer

Bei Hordendarren konnte durch Einstellen der richtigen Luftgeschwindigkeit und Schütthöhe bzw. Schüttgewicht die Trocknungsleistung in der Praxis deutlich erhöht werden. Die Erkenntnisse aus langjährigen Versuchen in Hordendarren wurden in der Ernte 2010 erstmals in einem Praxisbetrieb für die Optimierung der Hopfentrocknung in einem Bandrockner genutzt und umgesetzt. Dabei wurde untersucht, bei welcher Luftgeschwindigkeit die höchste Trocknungsleistung erreicht wird. Ein ausführlicher Bericht ist unter Punkt 5 zu finden.

Fungizidbehandlungen mit und ohne Strobilurine

Bearbeitung: J. Schätzl
S. Fuß
Laufzeit: 2007 – 2010

Neben der fungiziden Wirkung werden den Pflanzenschutzmitteln aus der Gruppe der Strobilurine ein gewisser „Greening-Effekt“ sowie positive Einflüsse auf die Ertrags- und Inhaltsstoffbildung nachgesagt. Nach Abschluss des 4jährigen Exaktversuchs in einem Praxisgarten mit der Sorte Hallertauer Magnum, in dem zwei Peronosporabehandlungen mit einem Strobilurinpräparat bzw. einem Vergleichsmittel einer anderen Wirkstoffgruppe ausgebracht und hinsichtlich Ertrag und Alphasäuregehalt beerntet wurden, konnten keine signifikanten Unterschiede im Ertrag und Alphasäuregehalt festgestellt werden.

Prüfung alternativer Aufleitmaterialien

Bearbeitung: J. Schätzl

Seit vielen Jahren besteht der Wunsch im Hopfenanbau als Aufleitmaterial eine Alternative zum konventionellen Eisendraht zu finden. Hauptgrund ist die Problematik der „Hopfenspikes“ bei der Rückführung der Rebenhäcksel. Nicht eisenhaltiges Aufleitmaterial würde auch die Schneidwerkzeuge schonen und zu einer Erhöhung der Lebensdauer der Stacheldrähte beitragen. Verrottbares Material wäre auch geeignet zur Vergärung von Rebenhäcksel in Biogasanlagen.

In einem Praxishopfungarten wurde 2010 eine Kokosschnur im Vergleich zum herkömmlichen Eisendraht getestet. Nachteilig war das Handling beim Aufhängen, da sich das voluminöse Material auf der Hopfenkanzel schlecht bevorraten lässt und aufgrund seiner rauen Oberfläche schwierig aus dem Vorratsbündel gleitet. Probleme mit unzureichender Haltbarkeit bzw. Reißfestigkeit und durchhängenden Reben wurden nicht beobachtet.

Optimierung der Stickstoffdüngung durch Bandapplikation

Projektleiter: J. Portner
Bearbeitung: E. Niedermeier
Laufzeit: 2007 – 2011

Frühere Versuche aus der Hallertau und aus Thüringen belegen, dass mit der Banddüngung gegenüber einer flächigen Ausbringung bis zu ein Drittel der Stickstoffdüngung ohne Ertragseinbußen eingespart werden kann. Neben positiven Effekten für die Umwelt ergeben sich Vorteile in Hopfenbaubetrieben, die bei der Stickstoffdüngung an die Gren-

zen des tolerierbaren Saldoüberhangs im Nährstoffvergleich nach der Düngeverordnung stoßen.

Der angelegte Stickstoffsteigerungsversuch geht der Frage nach, ob die Grenze des Saldoüberhangs von 60 kg N/ha im Hopfenbaubetrieb ausreichend ist und tatsächlich mit der Banddüngung Stickstoff eingespart werden kann.

Blattdüngung mit „Pentakeep super“

Projektleiter: J. Portner
Bearbeitung: E. Niedermeier
Laufzeit: 2008 – 2010

Der Blattdünger Pentakeep super enthält neben verschiedenen Haupt- und Spurennährstoffen die Verbindung Aminolaevulinsäure, der eine stresskompensierende Wirkung mit Ertrags- und Alphagehaltssteigerung nachgesagt wird. Getestet wurde der Blattdünger in 2 Praxisgärten bei der Aromasorte Perle und der Bitterstoffsorte Hallertauer Magnum. Die Sprühapplikation erfolgte im Vergleich zur Nullparzelle in 2 Varianten nach den Vorgaben des Herstellers. In der 1. Versuchsvariante wurde Pentakeep super 6mal mit 0,5 kg/ha in jeweils 1000 l Wasser gespritzt. Alternativ wird das Präparat 3mal mit steigenden Aufwandmengen (0,5 kg/ha; 1,0 kg/ha und 1,5 kg/ha) und steigenden Wassermengen (1000 l; 2000 l und 3000 l/ha) angewendet. Nach Abschluss der Versuche konnten signifikante aber auch widersprüchliche Ertragsunterschiede festgestellt werden. Ein Trend oder eine eindeutige Aussage lässt sich daraus nicht ableiten. Eine Erhöhung des Alphagehalts durch Pentakeepanwendung war nicht festzustellen.

Erprobung eines Witterungsmodells Adcon für den Peronospora-Warndienst

Projektleiter: 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 5jährigen Versuch an den Peronosporastandorten ermittelt werden. Dazu wird der von den Adcon-Wetterstationen errechnete Index mit den Aufrufen nach dem Krehmeller-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.

1.2.3 Hopfenqualität und Analytik

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

Projektleitung:	Dr. K. Kammhuber
Bearbeitung:	E. Neuhof-Buckl, S. Weihrauch, B. Wyschkon, C. Petzina, B. Sperr, Dr. K. Kammhuber
Kooperation:	AG Hopfenbau/Produktionstechnik, AG Pflanzenschutz Hopfen, AG Züchtungsforschung Hopfen
Laufzeit:	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 α -Säuren- und Wassergehalt

Projektleitung:	Dr. K. Kammhuber
Bearbeitung:	E. Neuhof-Buckl, B. Wyschkon, C. Petzina, Dr. K. Kammhuber
Laufzeit:	September 2000 bis Ende offen

Seit dem Jahr 2000 wurde von Hüll und den Laboratorien der Hopfenverarbeitungsfirmen eine NIRS-Kalibrierung für den α -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

Projektleitung:	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 mehr interessant hinsichtlich alternativer Anwendungen von Hopfen. Deshalb ist es wichtig, geeignete Analysemethoden zur Verfügung zu haben. Es gibt bis jetzt noch keine offiziellen standardisierten Methoden. Seit dem Jahr 2007 wird innerhalb der AHA an einer Standardisierung der Analysemethoden für den Gesamtpolyphenol- und Gesamtflavanoidgehalt gearbeitet.

Beim letzten Ringversuch mit internationaler Beteiligung waren die Variationskoeffizienten v_{KR} so hoch, dass diese Methoden noch nicht als offizielle Methoden geeignet sind. An der Verbesserung wird gearbeitet. In einem ersten Ringversuch wurde auch eine HPLC-Methode für Quercetin und Kämpferol getestet. Die ermittelten Ergebnisse waren vergleichbar. Der nächste Schritt ist die Entwicklung einer HPLC-Methode für das ganze Spektrum der niedermolekularen Polyphenole.

Einführung und Etablierung der UHPLC in die Hopfenanalytik

Projektleitung:	Dr. K. Kammhuber
Bearbeitung:	B. Wyschkon, C. Petzina, Dr. K. Kammhuber
Laufzeit:	Mai 2008 bis Ende offen

Im Mai 2008 ist in Hüll eine UHPLC-Anlage aufgestellt worden. UHPLC steht für ultra HPLC und ist eine Weiterentwicklung der konventionellen HPLC. Die Anlage kann Drücke bis 1000 bar erzeugen, dadurch können Säulen, die mit Partikeln kleiner 2 μm gefüllt sind, verwendet werden. Die Analysenzeiten werden deutlich reduziert, wobei aber die Auflösung erhalten bleibt. Die HPLC-Methode nach EBC 7.4 kann in 4 Minuten durchgeführt werden. Das bedeutet eine erhebliche Zeit- und Lösungsmittlersparnis. Mit der Anschaffung der UHPLC-Anlage ist das Hüller Labor wieder auf dem neuesten technischen Stand.

1.2.4 Pflanzenschutz im Hopfen

Prüfung von Pflanzenschutzmittel für Zulassung bzw. Genehmigung und Beratungsunterlagen 2010

Projektleitung: B. Engelhard

Bearbeitung: J. Schwarz, G. Meyr, J. Weiher, O. Ehrenstraßer, M. Felsl

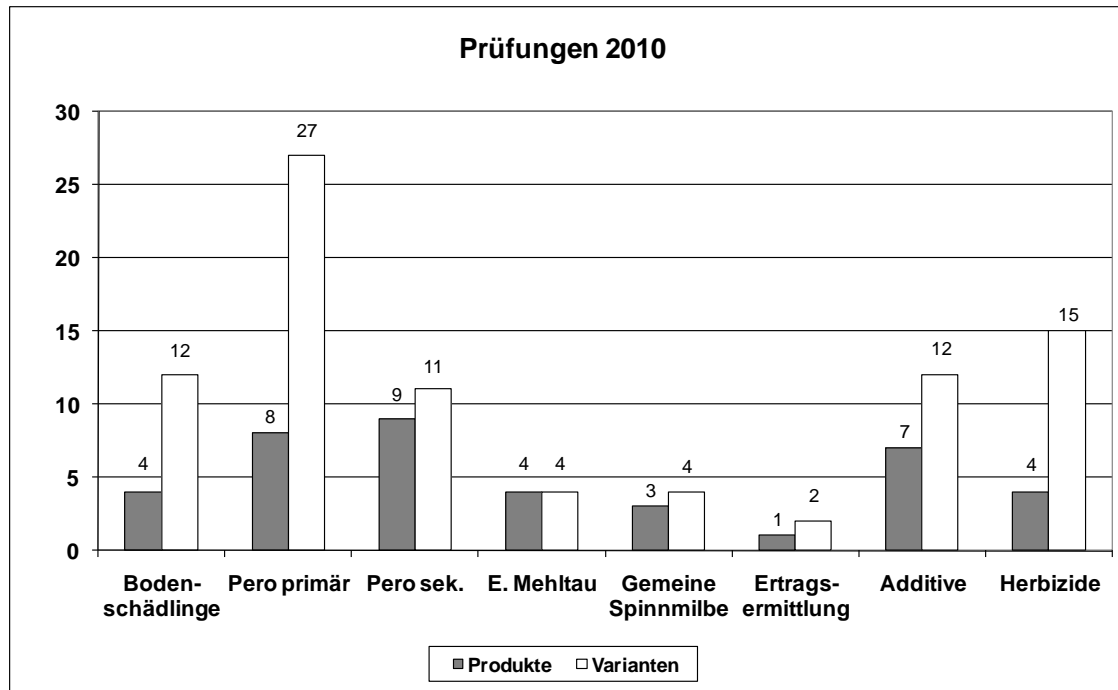


Abb. 1.2: Prüfungen

Prüfung von Additiven zur Verbesserung der Wirksamkeit von Teppeki und Milbeknock

Projektleitung: B. Engelhard

Bearbeitung: J. Schwarz, G. Meyr, J. Weiher, O. Ehrenstraßer, M. Felsl

2009 und 2010 wurden fünf Additive verschiedener Kategorien (Netzmittel, Haftmittel, Penetrationsmittel) dem Insektizid Teppeki zugesetzt, um die Notwendigkeit von Zusätzen zu überprüfen. 2009 waren die Einsatzbedingungen sehr gut (durchschnittlicher Blattlausbesatz, weiche Blätter, warme, sonnige Witterung) und der Einsatz ohne Additive bereits bei einem Wirkungsgrad von 99,93 %. 2010 waren die Einsatzbedingungen extrem ungünstig (z. B. 582 Blattläuse pro Blatt, Trockenheit, dicke Cuticula) und trotzdem der Wirkungsgrad im Soloeinsatz bei 99,96 %. Die Zusätze konnten somit keine Wirkungsverbesserung bringen.

Im Test war auch die Reduktion des Wasseraufwandes von 2.000 auf 1.500 l/ha, verbunden mit dem Zusatz von Break Thru S240. Es gab in der Wirkung in beiden Jahren keine Unterschiede (Sorte Perle).

In den Tests mit Vertimec und Milbeknock zur Bekämpfung der Gemeinen Spinnmilben brachte der Zusatz von Penetrationshilfsmitteln eine deutliche Verbesserung.

Wachstumsregler zur Ertragsverbesserung und Verbesserung der Alphasäuren

Projektleitung: B. Engelhard

Bearbeitung: J. Schwarz, G. Meyr, J. Weiher, Dr. K. Kamhuber

2008 und 2009 wurde ein Bioregulator und 2010 ein Wachstumsregulator aus der Gruppe der Cytokinine zu jeweils zwei Einsatzterminen geprüft: BBCH 37-39 zur Ertragssteigerung und BBCH 71-75 zur Erhöhung der Inhaltsstoffe, insbesondere der Alphasäuren.

In keinem Fall konnten die Produkte beim Hopfen, die in anderen Kulturen sehr deutliche Effekte bringen, zur Ertrags- oder/und Qualitätsverbesserung beitragen.

2 Wetterkapriolen 2010 - Auswirkungen auf produktionstechnische Maßnahmen in der Hallertau

LLD Bernhard Engelhard, Dipl. Ing. agr.

Der extreme Hagelschlag am 26.05.2009 hatte auf den betroffenen Hopfenflächen nur in wenigen Hopfengärten erkennbare Folgeschäden in 2010 hinterlassen. Wenn jedoch am gleichen Tag des Folgejahres wieder ein Hagelschlag eine fast vergleichbare Hopfenfläche heimsucht, dann ist dies ein seltsames Schicksal - oder in Zukunft doch häufiger zu erwarten?

In der Mitte der Hallertau, auf einem breiten Streifen von Geisenfeld, über Aiglsbach nach Meilenhofen, wurden am 26.10.2010 rund 3.000 ha Hopfen so stark geschädigt, dass zum Zeitpunkt der offiziellen Hopfenschätzung ein Schaden von ca. 40.000 Ztr. Hopfen geschätzt wurde (2009: 4.000 ha mit ca. 100.000 Ztr. Schaden). Nur durch erheblichen zusätzlichen Arbeitsaufwand durch ein zweites Anleiten konnte ein noch größerer Schaden vermieden werden.

Besondere Witterungsauffälligkeiten und deren Auswirkungen:

- Später Vegetationsbeginn

Phänologische Aufzeichnungen im Raum Pfaffenhofen ab 1980 zeigen, dass der Vegetationsbeginn sich im Trend um zwei Wochen nach vorne verlegt hat. Der späteste Beginn der Vegetation seit Bestehen dieser Aufzeichnungen (Ranken, unbewirtschaftetes Grünland wird grün) war 1992 am 28. April. Wenn inzwischen der Vegetationsbeginn 2010 am 26. März als sehr spät eingestuft wird, ist dies ein allgemeiner Hinweis auf Trends in der Klimaentwicklung.

Ein langer Winter mit deutlich unterdurchschnittlichen Temperaturen im Februar und auch noch im März führte zu Verzögerungen bei den Frühjahrsarbeiten. Nach Beendigung der Frostperiode waren die Böden mit Wasser gesättigt, was bei zuzeitigem Befahren zu Bodenverdichtungen geführt hat.

- Sehr trockener April, der zusätzlich noch kalt war

Mit minus 0,7 °C zum 10jährigen Durchschnitt und rund 10 mm Regen statt 61 mm war ein erstes Extrem zu verzeichnen:

- sehr starke Staubentwicklung beim Kreiseln;
- Rapszwischenfrüchte wurden entgegen sonstiger Praxis noch vor dem Ausputzen eingearbeitet;
- langsamer Austrieb und langsames Wachsen des Hopfens, mit der Folge, dass erst am 28.04. mit dem Ausputzen und Anleiten begonnen wurde (große Probleme bei der Organisation der Saisonarbeiter).

- Viel zu kalt und zu nass bis 22. Mai

Langanhaltende Niederschläge in Form von Landregen, kombiniert mit kühlen Nacht- (und Tages-)temperaturen kennzeichneten die Maiwitterung bis zum 22.05.:

- schwierige Bedingungen (Nässe, Kälte) zum Ausputzen und Anleiten; positiv war, dass der Hopfen nicht „davon wachsen“ konnte;
- notwendige Spritzungen (Ringfax vom 07.05.!) konnten nicht durchgeführt werden;
- Wachstumsdepressionen und Blattaufhellungen waren zu beobachten;
- kein Spritzauftrag zur Bekämpfung des Echten Mehltaus

- Temperaturumschwung ab 23. Mai (Pfingsten)

Dieser Temperaturumschwung konnte nicht verhindern, dass die Durchschnittstemperatur im Mai fast 3 °C unter dem 10jährigen Mittel lag. Bei 50 % Regen über dem Soll und den kühlen Temperaturen hatte der Peronosporapilz im Hopfenstock scheinbar immer noch optimale Bedingungen sich zu vermehren, denn mit dem Einsetzen des Hopfenwachstums ab Pfingsten gab es

- Peronospora-Primärbefall in bisher nicht bekanntem Ausmaß und
- gleichzeitig waren Bekämpfungsmaßnahmen während des gesamten Monats witterungsbedingt nur an zwei, max. drei Tagen möglich. Besonders stark betroffen war die Sorte Hallertauer Taurus.
- Der Schaden durch Pero-Primärinfektion wurde auf 15.000 Ztr. geschätzt.

- Hagel am 26. Mai

- Dann im Juni wieder kalt, bewölkt, zu viel Regen bis zum Sommerbeginn (21.06.)

- Alle Kulturen waren in der Vegetationsentwicklung zurück; Mais hatte am 15.06. eine Wuchshöhe von 20 cm; nur 1987 war er niedriger;
- am 24.06. erreichte nur ein kleiner Teil der Hopfenreben die Gerüsthöhe; Vorteil: es gab keine Frühblüher wie 2009;
- Pflanzenschutzmaßnahmen, insbesondere die Peronosporabekämpfung, waren in dieser Zeit praktisch nicht möglich bzw. wurden nur unter sehr ungünstigen Bedingungen durchgeführt;
- Wachstumsstörungen in Form von „Aufhellungen“ bzw. Gelbfärbungen in den unteren Blattetagen.

- Hitzeperiode im Juli

Der einzige Monat mit überdurchschnittlichen Temperaturen war der Juli; an 11 Tagen wurde die 30 °C Marke überschritten!

- Ab 22.06. waren erstmals Pflanzenschutzmaßnahmen unter guten Bedingungen möglich;
- die langanhaltende Hitze und Trockenheit hat die Peronospora zum Absterben gebracht. Ohne diese natürliche Regulierung hätte diese Krankheit zu noch größeren Problemen geführt;
- Blattläuse und Gemeine Spinnmilben stellten kein Problem dar;
- Echter Mehltau konnte mit insgesamt zwei Spritzungen (04.06. und 21.06.) unter Kontrolle gehalten werden;
- insgesamt im Juli ungewöhnlich wenig Pflanzenschutzmaßnahmen notwendig;
- das zweite Ackern und die Einsaat von Zwischenfrüchten waren unter optimalen Bedingungen möglich.

- Juli als „Hopfenflicker“

Gerade noch rechtzeitig kamen (gebietlich unterschiedlich) 20 bis 60 mm Niederschlag vom 12. - 17. Juli. Ab 22. Juli wurde das Niederschlagssoll von 104 mm flächendeckend aufgefüllt.

- Der Vegetationsrückstand ab Frühjahr wurde während des Sommers nicht aufgeholt: Blühbeginn bei frühen Sorten bis 15 Tage, bei späten Sorten drei bis sieben Tage später als normal.

- Doppelte Niederschlagsmenge im August bei unterdurchschnittlichen Temperaturen

Der kontrastreiche Sommer hatte Auswirkungen auf Erntezeitpunkt, Ertrag und Qualität:

- ungewöhnlich später Erntebeginn; in vielen Betrieben erst ab 03. September
- kleine Dolden
- zu kühl für volle Alphasäureausbildung
- Peronosporabefall bei praktisch allen Sorten

Zusammenfassung: Wetterkapriolen stellten Hopfenpflanzer während des gesamten Jahres vor extrem schwierige Bedingungen.

2.1 Witterungsdaten (Monatsmittelwerte bzw. Monatssummen) 2010 im Vergleich zu den 10 - und 50-jährigen Mittelwerten

Monat		Temperatur in 2 m Höhe			Relat. Luftf. (%)	Niederschlag (mm)	Tage m. N'schlag >0,2 mm	Sonnenschein (Std.)
		Mittel (°C)	Min.Ø (°C)	Max.Ø (°C)				
Januar	2010	-3,1	-5,9	-1,0	89,3	23,7	13,0	36,2
	Ø 10-j.	-0,8	-4,4	3,0	88,2	53,5	11,4	76,3
	50-j.	-2,4	-5,1	1,0	85,7	51,7	13,7	44,5
Februar	2010	-0,8	-4,2	3,3	84,6	45,0	15,0	66,0
	Ø 10-j.	0,7	-3,7	5,7	84,7	43,0	12,6	97,3
	50-j.	-1,2	-5,1	2,9	82,8	48,4	12,8	68,7
März	2010	3,7	-1,4	9,8	74,9	50,1	11,0	169,8
	Ø 10-j.	4,0	-0,9	9,5	81,3	79,5	14,3	138,2
	50-j.	2,7	-2,3	8,2	78,8	43,5	11,3	134,4
April	2010	8,5	1,3	16,0	66,8	14,4	6,0	224,9
	Ø 10-j.	9,2	3,0	15,9	73,6	61,0	11,3	197,2
	50-j.	7,4	1,8	13,3	75,9	55,9	12,4	165,0
Mai	2010	11,4	7,4	15,8	81,1	155,8	21,0	112,3
	Ø 10-j.	14,1	7,7	20,7	73,7	97,8	13,8	224,9
	50-j.	11,9	5,7	17,8	75,1	86,1	14,0	207,4
Juni	2010	16,7	11,4	22,2	77,5	140,5	15,0	201,8
	Ø 10-j.	17,3	10,5	24,0	73,2	88,5	13,8	247,5
	50-j.	15,3	8,9	21,2	75,6	106,1	14,2	220,0
Juli	2010	19,9	12,9	27,2	73,2	104,8	10,0	309,8
	Ø 10-j.	18,0	11,8	24,9	76,2	104,2	15,9	233,1
	50-j.	16,9	10,6	23,1	76,3	108,4	13,9	240,3
August	2010	16,7	11,4	23,3	85,0	198,1	18,0	168,0
	Ø 10-j.	17,6	11,6	24,7	78,9	95,0	12,7	217,2
	50-j.	16,0	10,2	22,5	79,4	94,9	13,3	218,4
September	2010	11,6	6,0	18,2	86,0	66,0	9,0	167,0
	Ø 10-j.	13,2	7,8	19,7	83,5	70,0	11,4	163,7
	50-j.	12,8	7,4	19,4	81,5	65,9	11,4	174,5
Oktober	2010	7,3	2,9	12,9	89,4	24,5	9,0	119,6
	Ø 10-j.	9,0	4,6	14,5	88,3	65,0	12,3	113,8
	50-j.	7,5	2,8	13,0	84,8	60,0	10,4	112,9
November	2010	4,7	1,3	8,2	92,4	66,2	18,0	67,7
	Ø 10-j.	3,9	0,4	7,7	91,4	63,4	12,8	63,9
	50-j.	3,2	-0,2	6,4	87,5	58,8	12,6	42,8
Dezember	2010	-3,4	-7,2	-0,4	95,5	125,1	16,0	34,9
	Ø 10-j.	0,2	-2,8	3,3	91,1	49,0	13,9	58,5
	50-j.	-0,9	-4,4	1,6	88,1	49,1	13,3	34,3
Ø Jahr 2010		7,8	3,0	13,0	83,0	1014,2	161,0	1678,0
10 – jähriges Mittel		8,9	3,8	14,5	82,0	869,9	156,2	1831,5
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 2000 bis einschließlich 2009.

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
1963	13 259	0,68	1992	3 796	6,05
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			

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

Anbau- gebiet	Hopfenanbauflächen				Hopfenbaubetriebe				Hopfenfläche je Betrieb in ha	
	in ha		Zunahme + / Abnahme - 2010 zu 2009		2009	2010	Zunahme + / Abnahme - 2010 zu 2009		2009	2010
	2009	2010	ha	%			Betriebe	%		
Hallertau	15 473	15 387	- 86	-0,6	1 196	1164	- 32	- 2,7	12,94	13,22
Spalt	373	376	+ 3	+ 0,1	78	75	- 3	- 4,9	4,78	5,01
Tettwang	1 221	1 226	+ 4	+ 3,6	168	165	- 3	- 2,3	7,27	7,43
Baden, Bitburg u.	19	20	+ 1	+ 5,3	2	2	± 0	± 0	9,50	10,00
Elbe-Saale	1 387	1 379	- 8	- 0,6	29	29	± 0	± 0	47,81	47,54
Deutschland	18 473	18 386	- 86	- 0,5	1 473	1 435	- 38	- 2,6	12,54	12,81

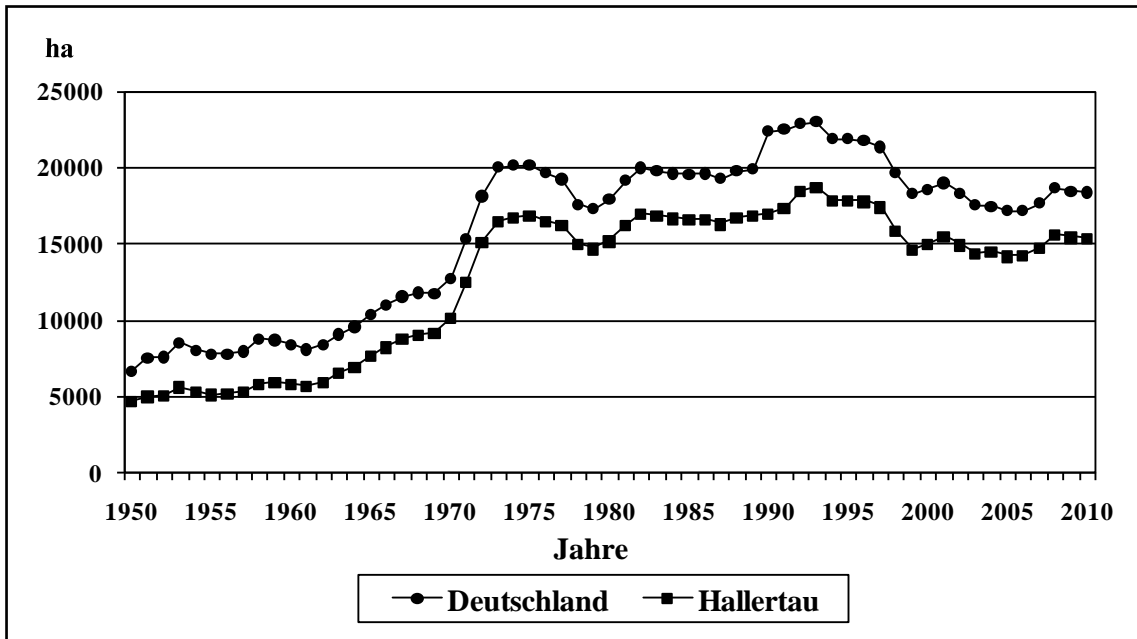


Abb. 3.1: Hopfenanbauflächen in Deutschland und in der Hallertau

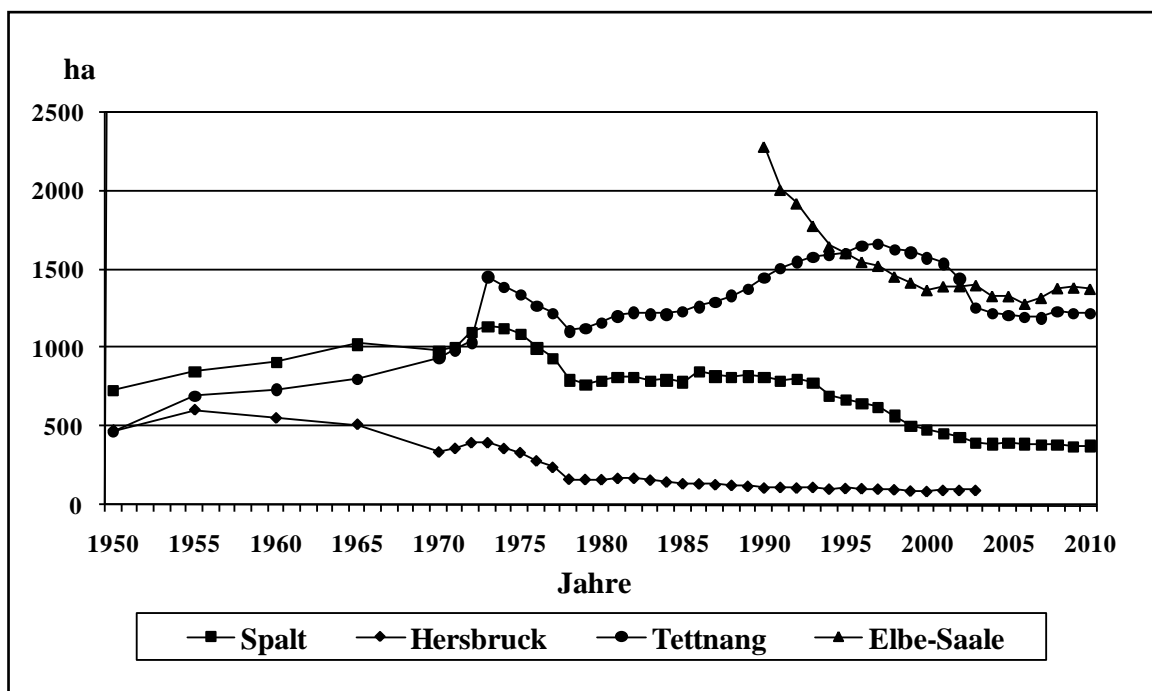


Abb. 3.2: Hopfenanbauflächen in den Gebieten Spalt, Hersbruck, Tett nang und Elbe-Saale

Das Anbauggebiet Hersbruck gehört seit 2004 zur Hallertau.

3.1.2 Hopfensorten

Die in den Vorjahren beobachtete Verschiebung des Anbaus weg von den Aromasorten hin zu den Bitterstoffsorten kam 2010 zum Erliegen, da sowohl bei den Aromasorten als auch bei den Bitterstoffsorten leichte Flächenrückgänge zu verzeichnen waren. Der Anteil der Aromasorten beträgt jetzt 53,3 % (- 0,1 %). Entsprechend liegt der Flächenanteil der Bitterstoffsorten bei 46,7 %.

Aufgrund der gesättigten Marktlage wurde der Hopfenanbau in Deutschland um 86 ha auf 18 386 ha reduziert. Bei den Aromasorten gab es Flächenrodungen bei den Sorten Hallertauer, Hersbrucker, Spalter Select und Opal. Mit 23 bzw. 19 ha hatten Perle bzw. Hallertauer Tradition leichte Flächenzuwächse zu verzeichnen, wogegen die neuen Hüller Aromasorten Saphir (+ 11 ha) und Smaragd (+ 3 ha) ihre Anbaufläche nur geringfügig steigern konnten. Insgesamt büßte die Aromafläche 61 ha ein. Die Fläche der Bitterstoffsorten nahm 2010 mit 25 ha erstmals wieder leicht ab. Nur die Sorte Herkules konnte entgegen dem Trend um noch einmal 154 ha zulegen.

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

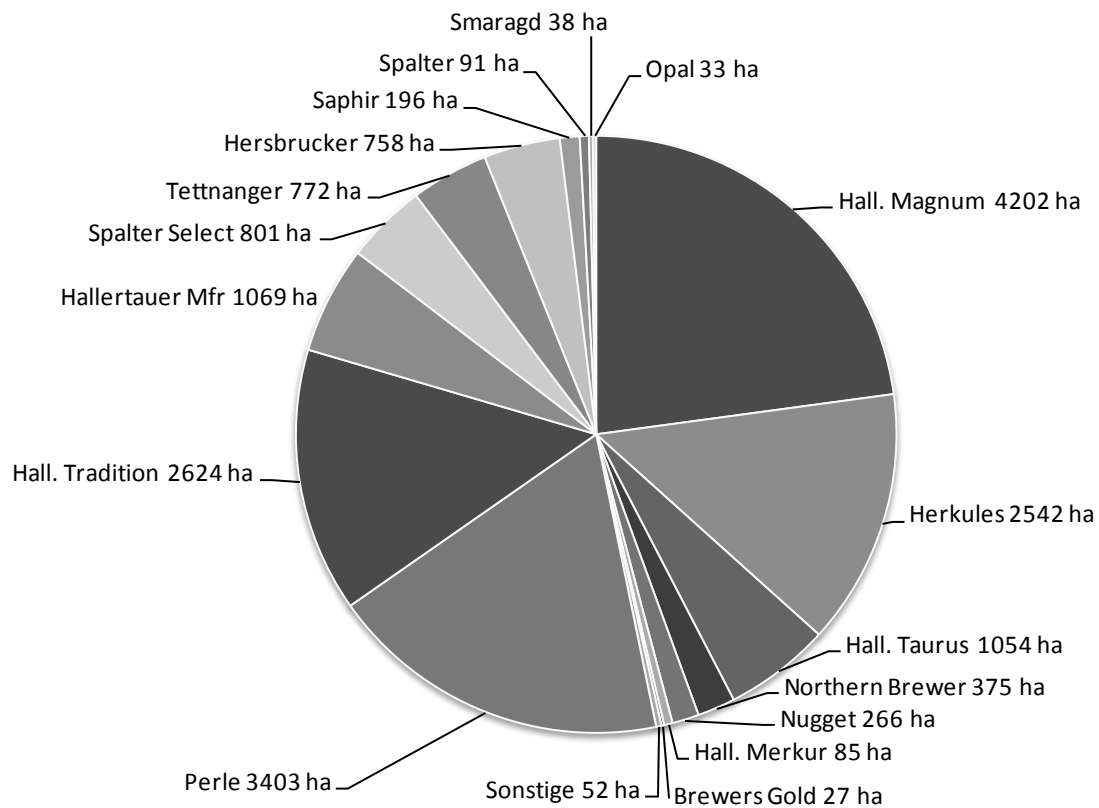


Abb. 3.3: Flächenanteile der Hopfensorten in Deutschland 2010

Tab. 3.3: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2010
Aromasorten

Anbauggebiet	Anbau- fläche gesamt	HA	SP	TE	HE	PE	SE	HT	SR	OL	SD	Sons	Aromasorten	
													ha	%
Hallertau	15.387	704			755	3.139	690	2.513	195	33	34	8	8.070	52,4
Spalt	376	80	91		3	26	104	30	2				336	89,3
Tettnang	1226	284		772		78	4	48			5		1.191	97,1
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	20	1				8	2	5					16	80,4
Elbe-Saale	1379					152		28				8	188	13,6
Deutschland	18.386	1.069	91	772	758	3.403	801	2.624	196	33	38	16	9.800	53,3
Sortenanteil in %		5,8	0,5	4,2	4,1	18,5	4,4	14,3	1,1	0,2	0,2	0,1		

Sortenveränderung in Deutschland

2009 ha	18.473	1.150	85	765	768	3.380	836	2.605	185	35	36	15	9.861	53,4
2010 ha	18.386	1.069	91	772	758	3.403	801	2.624	196	33	38	16	9.800	53,3
Veränderung in ha	- 86	- 81	+ 6	+ 8	- 11	+ 23	- 36	+ 19	+ 11	- 2	+ 3	+ 1	- 61	- 0,1

Tab. 3.4: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2010
Bitterstoffsorten

Anbauggebiet	NB	BG	NU	TA	HM	TU	MR	HS	Sonst.	Bitterstoffsorten	
										ha	%
Hallertau	248	27	236	3	3.340	1.025	63	2.350	25	7.317	47,6
Spalt					4		9	27		40	10,7
Tettnang						6		29	1	35	2,9
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz					3			1		4	19,6
Elbe-Saale	127		30		854	23	13	136	8	1.191	86,4
Deutschland	375	27	266	3	4202	1.054	85	2.542	34	8.586	46,7
Sortenanteil in %	2,0	0,1	1,4	0,0	22,9	5,7	0,5	13,8	0,2		

Sortenveränderung in Deutschland

2009 ha	401	27	279	10	4.267	1.106	96	2.388	39	8.611	46,6
2010 ha	375	27	266	3	4.202	1.054	85	2.542	34	8.586	46,7
Veränderung in ha	- 26	0	- 13	- 7	- 65	- 53	- 11	+ 154	- 5	- 25	+ 0,1

3.2 Ertragssituation im Jahr 2010

Die Hopfenernte 2010 in Deutschland beträgt 34 233 810 kg (= 684 676 Ztr.) gegenüber 31 343 670 kg (= 626 873 Ztr.) im Jahre 2009. Die Erntemenge liegt damit um 2 890 140 kg (= 57 803 Ztr.) über dem Vorjahresergebnis; dies bedeutet eine Steigerung um 9 %.

Mit 1862 kg Hektarertrag bezogen auf die Gesamtfläche fällt die Erntemenge gut durchschnittlich aus. Berücksichtigt man die Ernteeinbußen aufgrund des großräumigen Hagelschlags in der mittleren Hallertau von schätzungsweise 1 Mio. kg, so kann man von einer überdurchschnittlichen Hopfenernte sprechen. Die Alphagehalte weisen 2010 durchschnittliche Werte auf.

Tab. 3.5: Hektarerträge und Relativzahlen in Deutschland

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ertrag kg/ha bzw. (Ztr./ha)	2006 kg (40,1 Ztr.)	1660 kg (33,2 Ztr.)	1819 kg (36,4 Ztr.)	2122 kg (42,4 Ztr.)	1697 kg (33,9 Ztr.) (große Hagelschäden)	1862 kg (37,2 Ztr.) (Hagelschäden)
Anbaufläche in ha	17.179	17 170	17.671	18.695	18.473	18.386
Gesamternte in kg bzw. Ztr.	34 466 770 kg = 689 335 Ztr.	28 508 250 kg = 570 165 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.

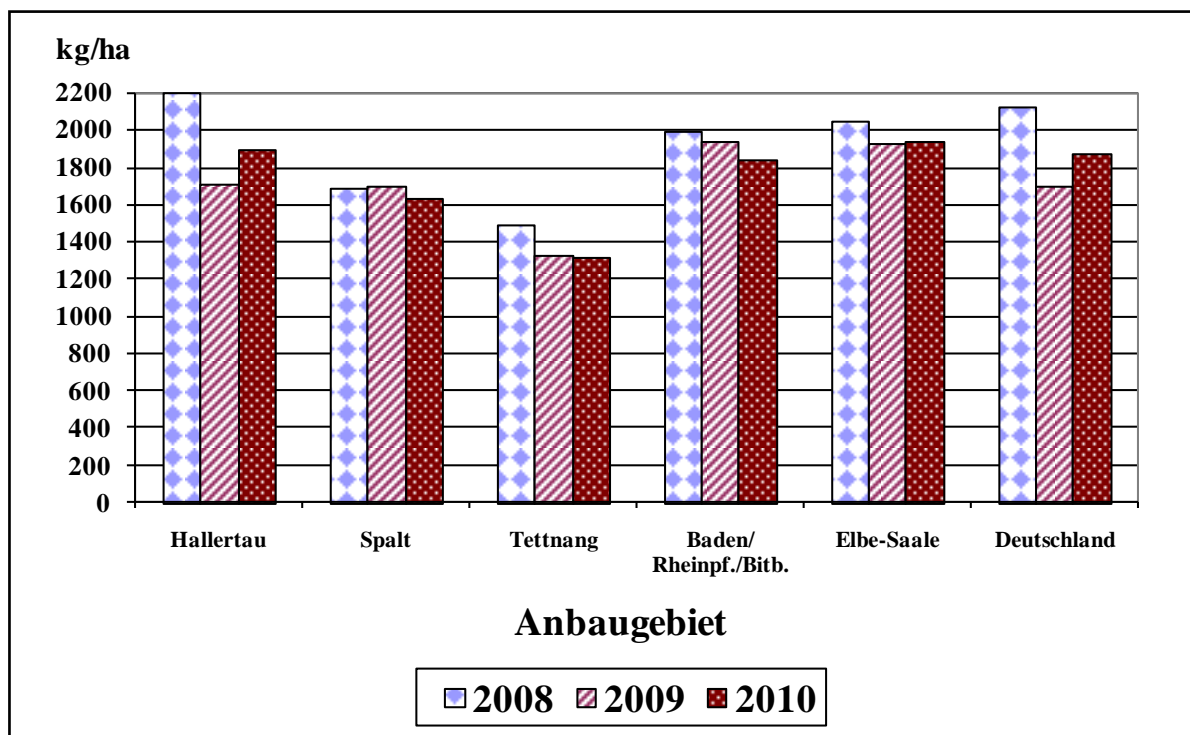


Abb. 3.4: Durchschnittserträge der einzelnen Anbauggebiete in kg/ha

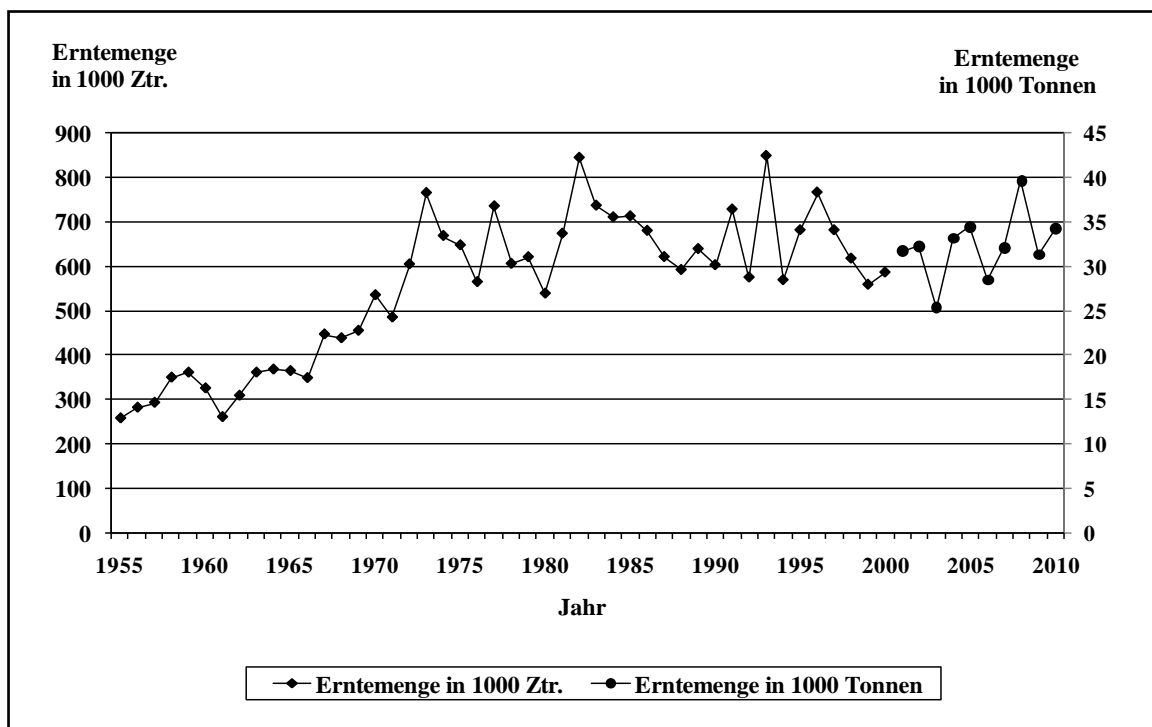


Abb. 3.5: Erntemenge in Deutschland

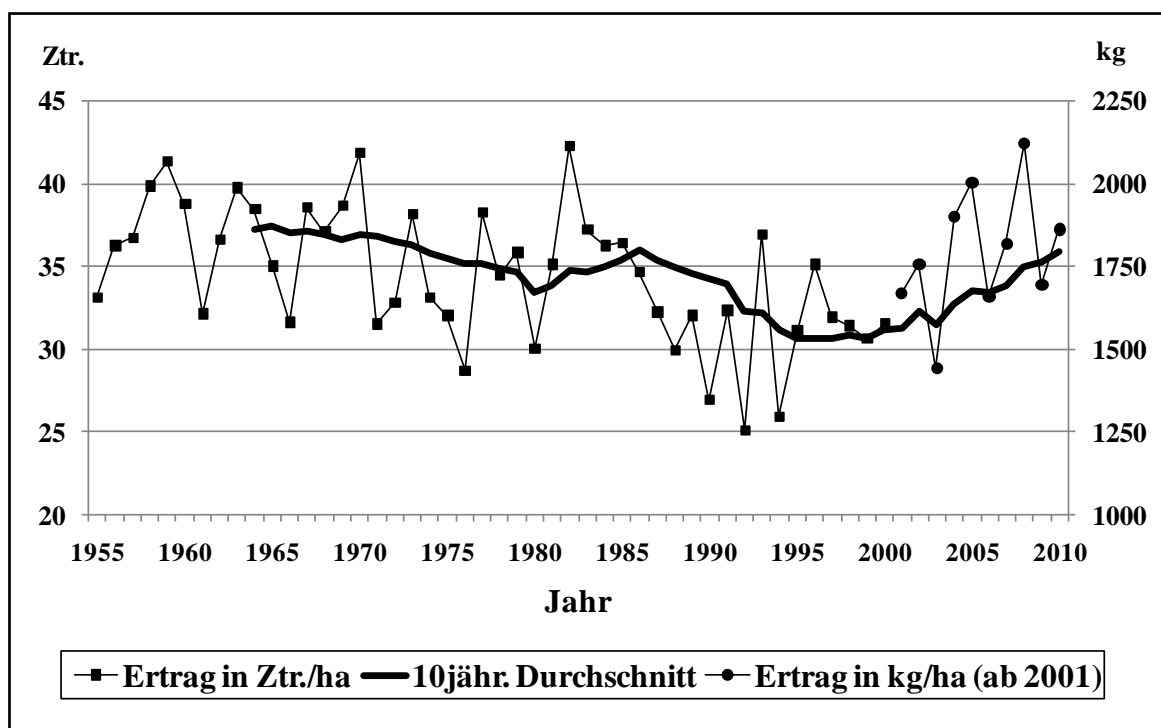


Abb. 3.6: Durchschnittsertrag (Ztr. bzw. kg/ha) in Deutschland

Tab. 3.6: Hektar-Erträge in den deutschen Anbaugebieten

Anbaugebiet	Erträge in kg/ha Gesamtfläche								
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Hallertau	1825	1462	1946	2084	1701	1844	2190	1706	1893
Spalt	1464	1131	1400	1518	1300	1532	1680	1691	1625
Hersbruck	1306	983	- *	- *	-*	- *	- *	- *	- *
Tett nang	1360	1216	1525	1405	1187	1353	1489	1320	1315
Bad.Rheinpfl.	1763	1936	1889	1881	1818	2029	1988	1937	1839
Bitburg	1576	1555	1895	1867	1754	2043	2046	1920	1931
Ø Ertrag je ha									
Deutschland	1758 kg	1444 kg	1900 kg	2006 kg	1660 kg	1819 kg	2122 kg	1697 kg	1862 kg
Gesamternte									
Deutschland	32 271 t	25 356 t	33 208 t	34 467 t	28 508 t	32 139 t	39 676 t	31 344 t	34 234 t
(t bzw. Ztr.)	645 419	507 124	664 160	689 335	570 165	642 777	793 529	626 873	684 676
Anbaufläche									
Deutschland	18 352	17 563	17 476	17 179	17 170	17 671	18 695	18 473	18.386

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

Tab. 3.7: Alpha-Säurenwerte der einzelnen Hopfensorten

Anbaugebiet/Sorte	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Ø 5 Jahre	Ø 10 Jahre
Hallertau Hallertauer	4,6	4,6	3,1	4,3	4,4	2,4	3,9	4,4	4,2	3,8	3,7	4,0
Hallertau Hersbrucker	3,0	3,2	2,1	3,0	3,5	2,2	2,6	2,9	3,4	3,5	2,9	2,9
Hallertau Hall. Saphir				3,4	4,1	3,2	4,6	5,1	4,5	4,5	4,4	
Hallertau Opal							7,4	9,4	9,0	8,6		
Hallertau Smaragd							6,1	6,7	6,4	7,4		
Hallertau Perle	7,0	8,6	3,9	6,4	7,8	6,2	7,9	8,5	9,2	7,5	7,9	7,3
Hallertau Spalter Select	4,8	6,0	3,2	4,9	5,2	4,3	4,7	5,4	5,7	5,7	5,2	5,0
Hallertau Hall. Tradition	6,3	7,2	4,1	6,3	6,3	4,8	6,0	7,5	6,8	6,5	6,3	6,2
Hallertau North. Brewer	9,6	10,1	6,0	9,8	9,8	6,4	9,1	10,5	10,4	9,7	9,2	9,1
Hallertau Hall. Magnum	13,9	14,6	11,7	14,8	13,8	12,8	12,6	15,7	14,6	13,3	13,8	13,8
Hallertau Nugget	11,9	12,4	8,5	10,6	11,3	10,2	10,7	12,0	12,8	11,5	11,4	11,2
Hallertau Hall. Taurus	15,7	16,5	12,3	16,5	16,2	15,1	16,1	17,9	17,1	16,3	16,5	16,0
Hallertau Hall. Merkur				13,5	13,3	10,3	13,0	15,0	14,8	12,6	13,1	
Hallertau Herkules							16,1	17,3	17,3	16,1		
Tett nang Tett nanger	4,4	4,6	2,6	4,7	4,5	2,2	4,0	4,2	4,2	4,0	3,7	3,9
Tett nang Hallertauer	4,5	4,8	3,1	5,0	4,8	2,6	4,3	4,7	4,5	4,2	4,1	4,3
Spalt Spalter	4,4	4,6	3,1	4,4	4,3	2,8	4,6	4,1	4,4	3,7	3,9	4,0
Elbe-S. Hall. Magnum	13,9	13,9	10,2	14,0	14,4	12,4	13,3	12,2	13,7	13,1	12,9	13,1

Quelle: Arbeitsgruppe Hopfenanalyse (AHA)

4 Züchtungsforschung Hopfen

RDin Dr. Elisabeth Seigner, Dipl. Biol.

4.1 Klassische Züchtung

Mit der Entwicklung neuer Hopfensorten versucht die Hopfenzüchtung in Hüll, immer am Puls der Zeit zu sein. Nach wie vor stellt die Verbesserung der Resistenzen gegenüber den wichtigsten Krankheiten und Schädlingen die Basis für die Selektion neuer Sämlinge dar. Künftige Sorten sollen bei gesteigerter Leistungsfähigkeit und bester Qualität von den deutschen Hopfenpflanzern noch umweltschonender und kostengünstiger produziert werden können. Züchterisch bearbeitet wird in Hüll die gesamte Bandbreite von feinsten Aromahopfen bis zu Super-Hochalphasorten. Seit Jahren wird die klassische Züchtung durch biotechnologische Methoden unterstützt. So gelingt es beispielsweise nur über die Meristemkultur, virusfreies Pflanzmaterial zur Verfügung zu stellen. Außerdem werden molekulare Marker eingesetzt, so z. B. zur Selektion auf Krankheitsresistenz.

4.1.1 Kreuzungen 2010

2010 wurden insgesamt 82 Kreuzungen durchgeführt. Die Anzahl der Kreuzungen zu den jeweiligen Zuchtzielen ist in Tab. 4.1 zusammengestellt.

Tab. 4.1: Zuchtziele der Kreuzungen 2010

Zuchtrichtung kombiniert mit Resistenz / Toleranz gegen verschiedenen Hopfenkrankheiten	Weitere Anforderungen	Anzahl der Kreuzungen
Aromatyp	außergewöhnliche Aromausprägung	15
	neue Mehltairesistenzen aus Wildhopfen	19
	Blattlausresistenz	3
	hoher Betasäuregehalt	1
	Niedriggerüsteignung	6
Hoch-Alpha-säuren-Typ	keine	18
	Blattlausresistenz	2
	hoher Xanthohumolgehalt	2
	hoher Betasäuregehalt	7
	Niedriggerüsteignung	9

4.1.2 Züchtung von Zwerghopfen für den Niedriggerüstanbau

Zielsetzung

Ziel dieses von der BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) finanzierten Projektes ist es, Hopfensorten zu entwickeln, die durch ihren kürzeren Wuchs, breite Krankheitsresistenz und ausgezeichneten Brauqualitäten besonders geeignet sind, um wirtschaftlich erfolgreich und ökologisch nachhaltig auf Niedriggerüstanlagen angebaut zu werden.

Ergebnisse

Sämlinge 2010

Anfang März wurde mit der Vorselektion der Sämlinge aus den vorjährigen 21 Kreuzungen (8 Aroma- und 13 Bittertyp-Kreuzungen) begonnen. Dabei wurden insgesamt ca. 25.000 aufgelaufene Sämlinge im Gewächshaus in Pflanzschalen mit vier für die Hallertau typischen Mehltaurassen inokuliert und so auf Resistenz gegenüber Echtem Mehltau (*Podosphaera macularis*) getestet. Pflänzchen ohne sichtbaren Mehлтаubefall wurden aus der Saatschale einzeln in Töpfchen gesetzt und weiter im Gewächshaus unter Mehltauinfektionsbedingungen bis Mitte April bonitiert. Als mehltaresistent eingestufte Sämlinge und auch Sämlinge, die nicht auf Mehltaresistenz vorselektiert worden waren, wurden nachfolgend auf ihre Peronospora- (*Pseudoperonospora humuli*) Toleranz geprüft. Mitte Mai wurden diese auf Krankheitsresistenz bzw. Toleranz vorselektierten Sämlinge in die Vegetationshalle gepflanzt. Bis zum Herbst wurden hier unter natürlichen Bedingungen ihre Wüchsigkeit und erneut ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Pilzen begutachtet. Zugleich konnte an Hand der Blüten, die sich ab Juli bildeten, eine Differenzierung in männliche und weibliche Pflanzen erfolgen. Bei Sämlingen, die bis zum Herbst kein Geschlecht zeigten, wurde dieses mit einem DNA-Marker bestimmt. Pflanzen, die erhebliche Schwächen wie z. B. starken Befall mit Blattlaus, Mehltau, Wurzelfäule aufwiesen oder keinen geeigneten Wuchstyp zeigten, wurden jeweils bis zum Herbst gerodet.

Die Auspflanzung der weiblichen und männlichen Sämlinge in den Hochgerüst-Zuchtgarten in Hüll bzw. Freising erfolgte im darauffolgenden Frühjahr. Während der folgenden 2- bis 3-jährigen Sämlingsprüfung unter Hochgerüstbedingungen zeigen sich die Wüchsigkeit auf 7-m-Gerüsten sowie die Widerstandsfähigkeiten gegenüber Peronospora und Echtem Mehltau unter natürlichen Infektionsbedingungen und erstmals auch gegenüber der Verticillium-Welke, deren Testung ein vollständig ausgebildetes Wurzelwerk der Pflanze voraussetzt. Frühestens im zweiten bzw. dritten Sämlingsjahr ist eine Umpflanzung der vielversprechendsten Zuchtstämme in die Niedrigergerüstanlage möglich. Bei diesem Schritt wird ergänzend zu den Felddaten im Labor die Resistenz mit dem Blatttestsystem gegenüber nicht-heimischen Mehltau-Isolaten geprüft und somit eine breite Pilzresistenz der Sämlinge angestrebt.

Kreuzungen 2010

Im Juli 2010 wurden mit der Zielsetzung „Niedrigergerüsteignung“ 15 weitere Kreuzungen (6 Aroma- und 9 Bittertyp-Kreuzungen) durchgeführt. Bei allen Kreuzungen konnten im Herbst Samen gewonnen werden.

Anbau auf den beiden Niedrigergerüstanlagen in Starzhausen und Pfaffenhofen

Um Erfahrung zum Anbau von Hopfen auf 3-Meteranlagen zu sammeln, werden seit 1993 englische Zwergsorten und Zuchtstämme mit geringerer Wüchsigkeit aus anderen Züchtungsprogrammen im Vergleich mit den traditionellen Hüller Hochgerüstsorten auf den Niedrigergerüsten angebaut.

Anbau auf der Niedrigergerüstanlage in Starzhausen des Hopfenbaubetriebes Mauermeier

In dieser Saison 2010 konnten in Starzhausen nun erstmals auch vorselektierte Sämlinge aus den gezielten Kreuzungen dieses Zwerghopfen-Projekts als Junghopfen auf der 3-m-Anlage wachsen und begutachtet werden. Dieser Junghopfen (Hopfen im ersten Anbaujahr) lässt leider keine aussagekräftigen und verlässlichen Einschätzungen zu Ernteertrag, Resistenzeigenschaften und Inhaltsstoffen und damit zur Brauqualität zu.

Tab. 4.2: NG-Starzhausen – Ernteergebnisse der Zuchtstämme im Jahr 2010

Zuchtstamm/ Sorte	Rich- tung	Ertrag ³ in kg/ha	α -Säuren in %	β -Säuren in %	Cohumulon in %	Aroma 1-30
Herald ¹	A	971	13,9	4,9	29,8	21
Pioneer ¹	A	1.582	11,0	4,1	30,7	22
Perle ²	A	1.160	10,2	5,3	26,4	25
Hall. Magnum ²	B	1.304	18,1	6,8	25,9	20
Hall. Taurus ²	B	1.587	17,4	5,7	23,2	21
Herkules ²	B	1.925	16,4	5,3	39,1	20
99/097/702	B	1.202	7,4	4,3	25,4	23
99/097/706	B	1.473	6,7	4,9	37,3	24
99/097/725	B	1.243	15,0	6,0	32,0	23
2000/102/004	B	1.389	6,6	3,2	24,1	22
2000/102/005	B	1.660	13,1	5,3	26,5	23
2000/102/012	B	1.512	10,2	4,3	29,8	24
2000/102/019	B	1.734	14,4	4,4	26,5	23
2000/102/032	B	1.876	15,0	6,1	31,5	23
2000/102/043	B	1.288	12,7	5,0	25,5	22
2000/102/054	B	1.892	14,2	4,6	29,0	23
2000/102/074	B	1.144	11,8	3,8	25,7	20
2000/102/791	B	2.185	16,1	5,7	29,6	22
2001/040/002	A	833	9,3	4,8	23,8	25
2001/045/702	A	1.056	7,2	5,0	24,2	26
2003/039/022	B	2.217	13,3	6,3	33,2	25
2004/098/010	A	1.437	11,4	5,1	28,0	20
2004/107/719	B	2.083	13,4	5,9	29,9	21
2004/107/736	B	1.386	5,5	3,9	31,2	21
2005/098/005	B	1.596	11,8	5,3	26,1	24
2005/098/744	B	1.628	12,3	4,7	29,2	21
2005/100/718	B	2.059	16,1	5,4	27,2	22
2005/101/001	B	1.384	6,7	3,9	34,1	24
2005/102/009	B	1.862	6,5	3,2	33,2	22
2005/102/028	B	1.414	11,3	5,4	32,3	22
2005/102/710	B	1.525	12,6	5,7	26,8	23
2006/048/720	B	1.374	13,2	4,6	25,3	21
2006/047/735	B	2.051	10,8	5,3	30,7	23
2006/047/768	B	1.568	6,6	8,7	20,5	18
2007/074/702	B	2.309	14,4	5,7	30,7	20
2007/074/709	B	2.139	13,6	5,8	30,7	22
2007/074/724	B	2.159	10,8	5,2	31,2	20
2007/074/736	B	1.910	15,4	5,8	30,0	23
2007/080/007	B	1.814	14,2	5,4	31,3	22
2007/080/015	B	1.864	10,1	7,1	29,4	18

A= Aromatyp; B= Bittertyp; ¹= englische Zwerghopfen; ²= Hüller Hochgerüstsorten; ³Ertrag von 12 Pflanzen/Parzelle auf 1 ha hochgerechnet. Aroma: Aromabewertung mit max. 30 Punkten bei besonders feinem Aroma. Die Inhaltsstoffe wurden von der Arbeitsgruppe Hopfenqualität und Analytik (IPZ 5d) analysiert. NG =Niedrigerüstanlage

Anbau auf der Niedriggerüstanlage in Pfaffenhofen des Hopfenbaubetriebes Schrag

Tab. 4.3: NG-Pfaffenhofen – Ernteergebnisse der Zuchtstämme im Jahr 2010

Zuchtstamm	Richtung	Ertrag in kg/ha	α -Säuren in %	β -Säuren in %	Cohumulon in %	Aroma 1-30
2000/102/005	B	930	15,9	5,6	28,7	21
2000/102/008	B	1.298	9,9	5,1	25,8	21
2000/102/019	B	1.057	15,1	4,2	28,5	22
2000/102/032	B	1.317	14,7	5,6	33,7	22
2000/102/791	B	1.212	16,3	5,6	30,0	20

A= Aromatyp; B= Bittertyp; Aromabewertung von max. 30 erreichbaren Punkten bei besonders feinem Aroma. Die Inhaltsstoffe wurden von der Arbeitsgruppe Hopfenqualität und Analytik (IPZ 5d) analysiert. NG =Niedriggerüstanlage

Probleme mit starker Peronosporainfektion gab es auf dem lehmig-schweren Standort in Pfaffenhofen, die nur durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln verhindert werden konnten. Zusätzlich traten wegen der extremen Witterung starke Trocken- und auch Nässeschäden auf, die zu sehr niedrigen Erträgen führten (Tab. 4.3). Am Standort Starzhausen (Tab. 4.2) konnten hingegen sehr gute Ertragsergebnisse erzielt werden, lediglich die Alphasäurenwerte waren wegen des kühlen und bewölkten Sommers unterdurchschnittlich.

Vergleich verschiedener Anbausysteme

Generell wurden die Reihen (75 cm Pflanzabstand) in den beiden Niedriggerüstanlagen konventionell bewirtschaftet, mit verzinktem Draht als Aufleitung. Darüber hinaus wurden sowohl in Pfaffenhofen als auch in Starzhausen mit zwei vielversprechenden Zuchtstämmen in zwei zusätzlichen Reihen die verschiedenen Anbausysteme "konventionell – non cultivation" sowie "Drahtaufleitung – Netzaufleitung" verglichen. Die Ernte der gesamten Versuchsfläche erfolgte am 21. bzw. am 22.09.2010, wobei der Vergleich der Anbausysteme zum zweiten Mal beerntet wurde.

Tab. 4.4: NG-Pfaffenhofen – Ernteergebnisse des Vergleichs der Anbausysteme 2010

Zuchtstamm	Anbausystem	Ertrag in kg/ha	α -Säuren in %	kg α -Säuren/ha	β -Säuren in %
2000/102/008	konventionell, Draht	1.211	9,3	113	4,6
2000/102/008	konventionell, Netz	1.329	9,1	121	4,6
2000/102/008	non cultivation, Draht	1.008	9,0	91	4,4
2000/102/791	konventionell, Draht	904	16,6	150	5,3
2000/102/791	non cultivation, Draht	801	16,2	130	5,3

Tab. 4.5: NG-Starzhausen – Ernteergebnisse des Vergleichs der Anbausysteme 2010

Zuchtstamm	Anbausystem	Ertrag in kg/ha	α -Säuren in %	kg α -Säuren/ha	β -Säuren in %
2000/102/008	konventionell, Draht	2.053	10,4	213	5,0
2000/102/008	konventionell, Netz	2.180	12,0	261	5,8
2000/102/008	non cultivation, Draht	1.997	11,5	230	5,7
2000/102/791	konventionell, Draht	2.567	15,1	387	4,4
2000/102/791	non cultivation, Draht	2.176	15,8	343	5,6

Insbesondere beim Anbau und der Pflege des Hopfens auf 3-m-Gerüsten werden große arbeitswirtschaftliche Vorteile erwartet. So muss mit kurzwachsenden Stämmen aus der eigenen Züchtung geklärt werden, inwieweit die deutlich arbeitsintensivere herkömmliche Anbauform mit Schneiden und Bodenbearbeitung durch das sog. „Non-cultivation“-Verfahren ersetzt werden kann, wobei die Stöcke nicht zurückgeschnitten werden und auch sonst der Boden nicht bearbeitet wird. Des Weiteren wurden die beiden Aufleitsysteme Draht und Netz miteinander verglichen. Nach dem zweiten Erntejahr zeigt sich folgende Tendenz: An beiden Standorten bei Drahtaufleitung stand der geringere Arbeitsaufwand beim „Non-cultivation“ einem im Vergleich zur Schneide-Variante reduzierten Ertrag gegenüber. Beim Vergleich von Einzeldrahtaufleitung gegenüber Netz erscheint das Netz, das darüber hinaus durch seinen besseren Halt für die Reben auch weniger Anleithilfe erfordert, hinsichtlich des Ertrags als vorteilhaft.

Wichtig ist zu erwähnen, dass 2010 die mobile Pflückmaschine (Abb. 4.1 rechts) in ihrer Pflückleistung entscheidend verbessert werden konnte. Vor allem durch einen besseren, flexibleren Schluss der sog. Pflückleisten am unteren Ende der Pflückaggregate konnte der Verlust des Pflückgutes im Bereich der Säulen (Abb. 4.1 links) gravierend reduziert werden. Wie der Ertragswert bei Netzaufleitung (Tab. 4.4 und Tab. 4.5) zeigt, ist selbst bei dicht mit dem Netz verwachsenen Reben die Pflücke der Dolden gut.

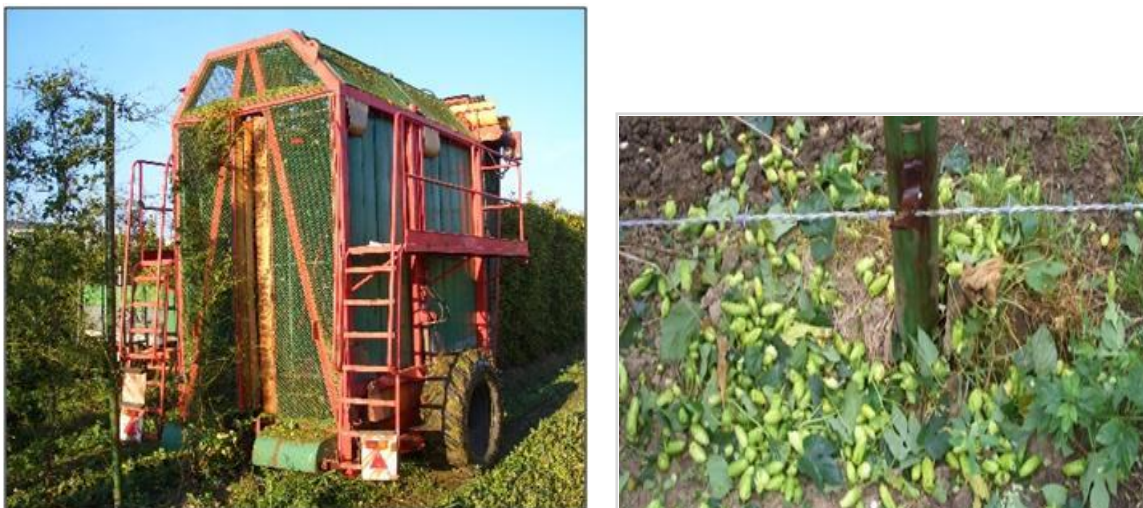


Abb. 4.1: Die mobile Pflückmaschine bei der Ernte (links). Durch einige Verbesserungen bei der Pflückmaschine im Jahr 2010 konnten die rund um die Säulen auftretenden Ernteverluste (rechts) entscheidend vermindert werden.

Aktuelles Fazit:

Trotz vielversprechender Zuchtstämme, die Alphasäuregehalte von bis zu 16 % und Erträge von etwa 2 t aufweisen, zeigen alle bislang selektierten Stämme eine relativ hohe Anfälligkeit gegenüber Peronospora und der Roten Spinnmilbe, was aktuell zu hohen Kosten für Pflanzenschutzmittel führt und damit einem wirtschaftlichen, umweltfreundlichen Anbau entgegensteht.

Unsere ganze Hoffnung ruht auf den Sämlingen, die aus den speziellen Kreuzungen im Rahmen dieses Projektes entstanden sind und auf die speziellen Anforderungen hin selektiert wurden. Sie kamen erstmals 2010 auf Niedriggerüsten zum Anbau. Aussagekräftige

Daten zu Ertrag, Resistenzverhalten und Inhaltsstoffen liegen so erst Ende 2011 nach dem zweiten Anbaujahr auf 3-m-Anlagen vor.

4.1.3 Aktueller Stand der Mehltaresistenzzüchtung

Zielsetzung

Der Echte Mehltau bei Hopfen (*Podosphaera macularis*) ist im Hopfenanbau in Europa und in den USA eine sehr ernste Bedrohung. Nur unter drastisch gestiegenen Kosten für Pflanzenschutzmittel kann Qualitätshopfen mit ausreichenden Ernteerträgen produziert werden. Im Kampf gegen den Echten Mehltau hat daher die Resistenzzüchtung, die schon seit Jahren am Hopfenforschungszentrum in Hüll sehr intensiv betrieben wird, oberste Priorität. Im Folgenden (siehe auch Tab. 4.6) werden die verschiedenen Ansätze aus den Bereichen klassische Züchtung, Genomanalyse und Biotechnologie dargestellt, die seit 2003 durchgeführt wurden, um für die Hopfen- und Brauwirtschaft mehltaresistente Qualitätssorten zu entwickeln. Bei allen Untersuchungen wurden die verschiedenen Mehltausolate und unsere Resistenzprüfsysteme im Gewächshaus und im Labor (Blattresistenz-Test) eingesetzt, um Zuchtstämme, Wildhopfen und Sorten intensivst auf ihre Mehltaresistenz hin zu selektieren.

Ergebnisse

Prüfungen des Zuchtmaterials auf Mehltaresistenz im Gewächshaus 2010 (Daueraufgabe)

Jedes Jahr wurden etwa 100.000 Sämlinge von ca. 100 Kreuzungen des Vorjahres ab Anfang März im Gewächshaus in Sämlingsschalen (Massenselektion; siehe Abb. 4.2) auf ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Echtem Mehltau getestet. Vier verschiedene Mehltausolate mit Virulenzen (v1, v3, v4, v6, vB), die in der Hallertau weit verbreitet sind, wurden stets als Inokulationsmaterial verwendet.



Abb. 4.2: Resistenztest im Gewächshaus mit Sämlingsschalen und den dazwischen stehenden stark mit Mehltau befallenen Inokulatorpflanzen

Als Inokulatorpflanzen wurden hoch anfällige Hopfen eingesetzt, deren Blätter dicht mit Pilzmyzel bewachsen waren. Sie wurden zwischen die Sämlingsschalen gestellt, wodurch kontinuierlich sehr hoher Infektionsdruck im Gewächshaus eingestellt werden konnte.

Nach etwa zwei Wochen wurden Sämlinge, die keinen Mehltaubefall aufwiesen, als Einzelpflanzen weiter im Gewächshaus auf ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber den eingesetzten Pilzvirulenzen geprüft. Von 2003 bis 2010 wurden insgesamt 1.864 Pflanzen einzeln geprüft. Bei dieser Zahl ist zu berücksichtigen, dass jeder vielversprechende Zuchtstamm mindestens über 3 Jahre hinweg im Gewächshaus auf seine Widerstandsfähigkeit gegenüber Echtem Mehltau getestet wird. Gleiches gilt für Wildhopfen. Im Gewächshaus wurden außerdem 44 Fremdsorten und 2 Hüller Sorten als Einzelpflanzen geprüft.

Prüfung des Zuchtmaterials auf Mehltaresistenz im Labor bei EpiLogic mit dem Blatt-Testsystem (Daueraufgabe)

Im ersten Jahr im Gewächshaus als resistent eingeschätzte Hopfen wurden ab dem zweiten Prüfungsjahr beim Blatt-Resistenztest (Abb. 4.3) im Labor mit einem englischen (v1,v2, v3, v5, vB) und einem Hallertauer Mehltausolat (v3, v4, v6, vWH18, vB) in Kontakt gebracht. Zwischen 2003 bis 2010 wurden insgesamt 11 Sorten, 1.237 Zuchtstämme und 902 vielversprechende Wildhopfen bei EpiLogic getestet.



Abb. 4.3: Blatt-Resistenztest mit jungen Blättern nach Beimpfung mit einem speziellen Mehltausolat. Hopfen, deren Blätter keinen Befall zeigen, werden gegenüber dieser Mehltaurasse als resistent eingestuft.

Prüfungen auf Mehltaresistenz im Feld (Daueraufgabe)

Sämlinge, die im Gewächshaus- und Labortest als widerstandsfähig bonitiert wurden, wurden jedes Jahr im Feldanbau unter natürlichen Infektionsbedingungen und ohne Fungizideinsatz auf ihre Mehltaresistenzigenschaften hin geprüft.

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

Aktuell stehen 52 Zuchtstämme und 45 Wildhopfen zur Verfügung, die die gewünschte breite Resistenz gegenüber allen Mehltauvirulenzen zeigen.

Beurteilung der Virulenzsituation im Anbauggebiet und Bewertung der Resistenzquellen mit dem Blatt-Testsystem (Daueraufgabe)

Umfangreiche Studien zur Wirksamkeit der verschiedenen Hopfen-Resistenzgene in unterschiedlichen Hopfenanbaugebieten unter Nutzung des Blattresistenz-Testsystems

zeigen seit Jahren, dass nur noch wenige der bisher bekannten Resistenzgene gegenüber Echtem Mehltau Schutz bieten (Seigner et al., 2002; 2006). In den Hüller Züchtungsprogrammen wurde bis vor einigen Jahren nur die R2-Resistenz der englischen Sorte „Wye Target“ für die Einkreuzung genutzt. „Hallertauer Merkur“ (Markteinführung 2001) ist bis heute voll mehltaresistent und steht somit für den Erfolg dieses Resistenzprogramms. In den USA und in England ist dieses R2-Gen schon durch verschiedene Mehltaupopulationen, die alle das v2-Virulenzgen besitzen, in seiner Schutzwirkung gebrochen. Es ist deshalb dringend erforderlich, das aktuelle Virulenzspektrum der Mehltaupopulationen in der Hallertau wie auch die weltweite Entwicklung der Virulenzsituation kontinuierlich zu verfolgen. Dazu wird jedes Jahr die Reaktion von elf Hopfen aus dem sog. Differenzialsortiment (Hopfen mit charakterisierten Resistenzgenen wie R1-R6, Rb, RWH18, RJapC) gegenüber allen zur Verfügung stehenden Mehltaurassen im Blatt-Testsystem bei EpiLogic untersucht. Nur so wird klar, welche Resistenzen bereits gebrochen sind bzw. welche in Züchtungsprogrammen noch zur Verbesserung der Widerstandsfähigkeit gegenüber Echtem Mehltau genutzt werden können. Während die Resistenzen R1, R3, R4, R5, R6, RJapC und RB nicht mehr vor Mehltaubefall schützen, ist die Resistenz von Wye Target (R2-Resistenz) in der Hallertau noch voll wirksam. Bis 2008 wies auch WH18, ein Wildhopfen aus dem Eifelgebiet, noch eine umfassende Resistenz auf. Diese Untersuchungen zeigten jedoch bereits 2008, dass die Resistenzen von „Herkules“ (R1) und dem Wildhopfen WH18 (R WH18) aus der Eifel gebrochen sind.

Wildhopfen - neue genetische Ressource für die Mehltaresistenzzüchtung

Zwischen 2003 -2010 wurden etwa 25.000 Wildhopfen von 195 Herkünften aus Europa, Asien, Australien und Nordamerika im Gewächshaus auf ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Echtem Mehltau geprüft. Nach dem Massenscreening und dem Test von 1.118 vorselektierten Wildhopfen als Einzelpflanzen im Gewächshaus wurden 902 befallsfreie Pflanzen nachfolgend im Labor von EpiLogic mit dem Blatt-Test auf ihre Reaktion gegenüber den verschiedenen Mehltauvirulenzen geprüft (siehe Details Seigner et al., 2006). Nachdem die Resistenz der beiden Wildhopfen WH18 aus der Eifel und JapC, einem Hopfen mit japanisch/ chinesischem Ursprung, seit Sommer 2008 gebrochen sind, wurde im Februar 2009 erneut mit der Suche nach neuen, breit wirksamen Mehltaresistenzquellen begonnen. 2010 stehen nun 45 Wildhopfen aus den USA, Türkei, Japan, Neuseeland, den Niederlanden, Österreich und Deutschland zur Verfügung, die nach mehrjährigen Mehltauprüfungen beim Gewächshaus- und Blatt-Test keine Mehltaupusteln aufweisen.

Mikroskopische Untersuchungen zum Erkennen von verschiedenen Resistenzmechanismen

Seit April 2008 wird im Rahmen einer Doktorarbeit daran gearbeitet, durch spezielle mikroskopische Untersuchungstechniken die verschiedenen Resistenzmechanismen bei 12 mehltaresistenten Sorten und Wildhopfen aufzuklären. Dabei wurde gezeigt, dass unterschiedliche Resistenzmechanismen wie z. B. Zelltod oder Zellwandverstärkungen durch die vorhandenen Methoden gut erfasst werden können. Bei einem Wildhopfen aus den USA konnte z. B. das Resistenzverhalten gegenüber Echtem Mehltau vor allem auf hypersensitiv (mit Zelltod) reagierende Hopfenzellen zurückgeführt werden. Zellwandverstärkungen wurden hier nur bei einem kleinen Teil der Interaktionen beobachtet (Oberhollenzer et al., 2009). Alle Erkenntnisse aus diesen Studien werden künftig in der Kreuzungszüchtung dazu genutzt, um gezielt verschiedene, sich in ihrer Wirkung ergänzende Resistenzmechanismen zu kombinieren.

Einsatz des Blatt-Testsystems mit speziellen Mehлтаuisolaten bei der Entwicklung molekularer Resistenzmarker

Das von EpiLogic aufgebaute Mehлтаusortiment wurde seit 2003 auch sehr erfolgreich zur zuverlässigen Einschätzung von resistenten bzw. anfälligen Sämlingen aus Kartierpopulationen zur Entwicklung von molekularen Selektionsmarkern eingesetzt. Nur mit diesem Blatt-Testsystem zusammen mit den Mehltaurassen definierter Virulenz ist es möglich, das Wirken spezifischer Resistenzgene zu überprüfen. So konnten seit 2003 nach der Testung von 3.125 Hopfen aus 21 Kartierpopulationen mit dem Blatt-Testsystem bei EpiLogic molekulare Marker für fast alle verfügbaren Resistenzgene (R2, R4, R6, R WH18, R JapC) erarbeitet werden (Seefelder et al., 2006; Seefelder et al., 2009). Leider sind inzwischen alle Resistenzen - mit Ausnahme der auf dem R2-Gen beruhenden Widerstandsfähigkeit - unwirksam.

Der große Vorteil dieser DNA-basierten Resistenzmarker besteht darin, dass mit ihnen nicht nur resistente Hopfensämlinge schnell und zuverlässig erkannt werden, sondern dass damit auch Doppelresistenzen nachzuweisen sind, ohne dass mehrjährige arbeits- und zeitintensive Vererbungsstudien durchgeführt werden müssen. Mehrfachresistenzen sind für eine länger wirksame Widerstandsfähigkeit dringend notwendig.

Ab 2007 wurden sog. Gen-Expressionsstudien durchgeführt, um über sog. "differential display"-Ansätze Gene und somit auch Marker zu identifizieren, die direkt an den Resistenzreaktionen beteiligt sind. Ausgehend von den Erkenntnissen von Godwin (1987), die klar belegen, dass die Resistenzreaktion der englischen mehлтаuresistenten Sorte „Wye Target“ erst durch den Pilzbefall ausgelöst - induziert wird, wurde nach dem Beimpfen mit Mehлтаusporen das Muster von aktiven und inaktiven bzw. neu aktivierten Genen bei resistenten und anfälligen Hopfen verglichen. Gene, die erst nach dem Mehлтаukontakt aktiv werden, sind sehr wahrscheinlich an der Abwehrreaktion der Pflanze beteiligt, was z. B. zur Zellwandverdickung des Hopfenblattes führt. Die Funktion von neu aktivierten Genen und ihre mögliche Rolle bei der Pilzabwehr bzw. beim Erkennen des Pathogens kann aufgrund ihrer Expressions-Kinetik und ihrer Sequenz-Homologie zu bekannten Resistenzgenen bei anderen Fruchtarten geklärt werden.

In zwei Projekten konnten sog. cDNA-AFLP-Marker bei der Resistenzreaktion von „Wye Target“ und eines Wildhopfens identifiziert werden, die sehr wahrscheinlich Gene beschreiben, die beim Erkennen oder bei der Abwehr des Pilzes eine Rolle spielen (Seidenberger et al., 2007). Dabei wurden auch Sequenz-Ähnlichkeiten mit den bei mehлтаuresistenter Gerste gefundenen mlo-Proteinen entdeckt (Seigner, Seefelder et al., 2009). Diese vielversprechenden Arbeiten konnten wegen der fehlenden Finanzierung nicht weitergeführt werden.

Funktionsanalyse von Genen, die an der Mehлта-Abwehr beteiligt sind

Darüber hinaus wird daran gearbeitet, Gene in ihrer Funktion zu charakterisieren, die möglicherweise an Abwehrreaktionen gegenüber Hopfenmehltau beteiligt sind. Zu diesem Zweck werden einzelne Blattzellen von mehлтаuresistenten oder anfälligen Hopfensorten mit einem Reportergen und dem zu charakterisierenden Gen transformiert. Das Verhalten dieser transformierten (gentechnisch veränderten) Zellen nach Kontakt mit dem Mehлтаupilz (es werden definierte Mehltaurassen von EpiLogic verwendet) soll Aufschluss über die Funktion dieser Gene in der Interaktion Hopfen-Hopfenehltau geben. Es werden hopfeneigene und universelle Resistenzgene aus Gerste und Arabidopsis untersucht (Oberhollenzer et al., 2009). Hopfeneigene Sequenzen, die als Teil der Abwehrreaktion

verifiziert werden können, werden nachfolgend als höchst zuverlässige molekulare Selektionsmarker im klassischen Züchtungsablauf eingesetzt.

Prüfung von transgenen Hopfen auf Mehltaresistenz

Des Weiteren wurde das Resistenzprüfsystem in der Petrischale auch für transgene Hopfen verwendet. In einem Projekt zur Verbesserung der Pilzresistenz über Gentransfer wurden 2006 und 2007 Hopfen erzeugt, die nach Gentransformation ein vermutetes Resistenzgen tragen. Mit dem Blatt-Resistenztestsystem bei EpiLogic wurden von 2006-2010 insgesamt 30 Hopfen geprüft, die über Gentransfer ein hopfeneigenes bzw. bakterielles Chitinase-Gen in ihrem Erbmaterial trugen. Eine deutlich verbesserte Widerstandsfähigkeit gegenüber Echtem Mehltau konnte bei keinem transgenen Hopfen beobachtet werden. Mit diesem Blattsystem können transgene Hopfen im Labor auf ihre Resistenz getestet werden, ohne dass Freilandversuche nötig sind.

Erarbeitung des Mehltauprognozesystems

Unter Nutzung der Mehltausolate wurden Basisdaten zur Biologie und Epidemiologie des Pilzes in Labor- und Freilandversuchen erarbeitet. Des Weiteren wurde ein vorläufiges Prognosemodell angepasst. Das überarbeitete und optimierte System wurde 2009 in die Praxis eingeführt (Engelhard und Schlagenhauer, 2009).

Tab. 4.6: Überblick zur Mehltaresistenzzüchtung von 2003 bis 2010

2003-2010	Testung im Gewächshaus		Blatt-Test im Labor	
	Pflanzen	Boniturdaten	Pflanzen	Boniturdaten
Sämlinge aus 761 Kreuzungen	ca. 800.000 bei Massen-Selektion, Tausende als Einzelpflanzen		-	-
Zuchtstämme	1.864	7.490	1.237	5.775
Sorten	44	220	37	126
Wildhopfen – M-Selektion einzeln	25.000 1.118	4.900	902	5.120
Mehltau-Virulenzsituation			9-14 / Jahr	3.375
21 Kartierpopulationen zur DNA-Markerentwicklung			3.125	11.090
Transgene Pflanzen	-	-	30	140
Studien zur Mehltauprognose			(ca. 1.100 Bonituren)	
Studien versch. Resistenzmechanismen		bei 12 Wildhopfen + Sorten im Gewächshaus und Blatt-Test -> Mikroskop. Untersuchungen		
Gen-Expressionsstudien zur Markerentwicklung und Funktionsaufklärung		Ca. 40 versch. Ansätze, um spez. Muster aktiver Gene zu erforschen, die an der Pilzabwehr beteiligt sind		

M-Selektion = Massenselektion in Pflanzschalen; einzeln = Selektion als Einzelpflanzen in Töpfen

Literatur

- Engelhard, B., Schlagenhafer, S. (2009): Prognosemodell als neue Entscheidungshilfe zur Bekämpfung des Echten Mehltaus (*Podosphaera macularis*) im Hopfen - Start in der Hallertau 2009. Hopfen-Rundschau 60: 77-82.
- Oberhollenzer, K., Seigner, E., Lutz, A., Eichmann, R., Hückelhoven, R. (2009): Powdery mildew on hops (*Humulus lupulus* L.): Histochemical studies and development of a transient transformation assay. Proceedings of the Scientific Commission, International Hop Growers` Convention, Leon, Spain, ISSN 1814-2192, 23-26.
- Seefelder, S., Lutz, A. and Seigner, E. (2006): Development of molecular markers for powdery mildew resistance to support breeding for high quality hops. Monatsschrift für Brauwissenschaft, May/June 2006 (59), 100-104.
- Seefelder, S., Seidenberger, R., Lutz, A., Seigner, E. (2009): Development of Molecular Markers Linked to Powdery Mildew Resistance Genes in Hop (*Humulus lupulus* L.) to Support Breeding for Resistance. Proceedings 32rd EBC Congress, Hamburg, 10.-14.05.2009.
- Seigner, E., Seefelder, S. and Felsenstein, F. (2002): Untersuchungen zum Virulenzspektrum des Echten Mehltaus bei Hopfen (*Sphaerotheca humuli*) und zur Wirksamkeit rassen-spezifischer Resistenzgene. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 54, 147 – 151.
- Seigner, E., Lutz, A. and F.G. Felsenstein. (2006): Wild hops – New genetic resources for resistance to hop powdery mildew (*Podosphaera macularis* ssp. *humuli*). Monatsschrift für Brauwissenschaft, July/August 2006 (59), 122-129.
- Seigner, E., Lutz, A., Oberhollenzer, K., Seidenberger, R., Seefelder, S., Felsenstein, F. (2009): Breeding of Hop Varieties for the Future. II International Humulus Symposium, ISHS, Acta Horticulturae 848, 49-57.

4.1.4 Qualitätssicherung bei Hopfen: Monitoring von Virus- und Viroiderkrankungen

Zielsetzung

Beste Brauqualität und gesicherte Mengen können nur mit gesundem Hopfen erzeugt werden. Erkrankungen durch Viren und Viroide bleiben vielfach lange Zeit unerkannt und können während dieser Latenzphase weiter verschleppt werden. Bei stressauslösenden Witterungsbedingungen und oftmals erst Jahre nach der Infektion zeigt sich ihr destruktives Potential auf Ertrag und Alphasäuregehalt mit Verlusten von 40 - 75 %. Für ein effektives Management dieser Krankheiten, die mit Pflanzenschutzmitteln nicht zu bekämpfen sind, muss zuerst die aktuelle Befallssituation in den deutschen Hopfenanbaugebieten geklärt werden, um entscheiden zu können, ob und wo phytosanitäre Maßnahmen umgesetzt werden müssen. Grundsätzlich soll im kommerziellen Hopfenanbau ausschließlich getestetes Pflanzgut verwendet werden. Aber jährliche Erhebungen für die Landwirtschaft in Bayern legten 2009 offen, dass die aktuelle Virus-Befallssituation in Praxis-Hopfengärten bedenklich ist.

Auch 2010 wurde das Monitoring auf das Hop stunt viroid (HSVd) unter Einsatz der RT-PCR (Reverse Transkriptase-Polymerasekettenreaktion) bei Hopfen fortgeführt. Dabei wurden 377 Blattproben aus Praxisbetrieben, aus dem Vermehrungsbetrieb der Gesellschaft für Hopfenforschung und den verschiedenen Zuchtgärten in Hüll, Rohrbach, Freising und Schrittenlohe sowie dem Sortengarten in Hüll untersucht. Tab. 4.7 gibt einen Überblick über die Zahlen der untersuchten Hopfenproben von 2008 - 2010. Bei allen bisher untersuchten Proben aus Praxisbetrieben der Hallertau, Tettngangs und aus dem Elbe-Saale-Gebiet wurde kein HSVd-Befall detektiert. Auch beim Vermehrungsbetrieb Eickelmann konnte für alle 66 getesteten Pflanzen HSVd-Freiheit bestätigt werden.

Allerdings entdeckten wir 2010 zum allerersten Mal unter den 275 untersuchten Pflanzen aus unseren Züchtungsgärten in der US-Sorte „Horizon“, die im Sortengarten steht, das Hop stunt viroid. Diese Sorte war 2001 aus den USA in den Hüller Sortengarten gekommen. Die HSVd-Infektion konnte mit der RT-PCR in allen fünf Pflanzen dieser Sorte nachgewiesen werden. Die typischen Symptome der Hopfen-Stauchekrankheit wie gestauchtes Wachstum, eingerollte Blätter, kleine Dolden und Chlorosen waren nicht zu erkennen. Daraufhin wurden systematisch alle Pflanzen, die in Nachbarschaft zu „Horizon“ standen, in der Reihe und den beiden rechts und links liegenden Parzellen getestet. Bei Pflanzen, die rechts und links von der Reihe mit dem vier HSVd-befallenen Horizon-Pflanzen standen, wurde kein HSVd festgestellt. Lediglich in der direkten Nachbarschaft von „Horizon“ wurde die Infektion in drei benachbarten Hopfen gefunden, was mit der mechanischen Verbreitung des infektiösen Saftes in Schnittrichtung erklärt werden kann. Alle entgegen der Schnittrichtung stehenden, direkt angrenzenden Pflanzen der US-Sorte Sterling, die zur gleichen Zeit aus den USA zu uns kam, waren hingegen HSVd-frei. Auch an einer weiteren Stelle im Zuchtgarten, wo ein HSVd-befallener „Horizon“ als Einzelpflanze stand, wurde in der unmittelbar benachbarten, in Schnittrichtung stehenden Pflanze das HSVd nachgewiesen, während die anderen umliegenden Hopfen alle befallsfrei waren.

Unter Beachtung der von unserem US-Kollegen Dr. K. Eastwell empfohlenen phytosanitären Maßnahmen wurden alle (9) HSVd-infizierten Pflanzen (Rebe und Wurzelstock) sofort mit Glyphosat tot gespritzt, Rebe und Wurzelstock verbrannt und der Bereich um den früheren Wurzelstock mehrmals mit Glyphosat behandelt, um alle mit HSVd-infizierten Teile auszurotten. Der Bereich im Zuchtgarten wurde sofort abgesperrt und durfte nicht mehr betreten werden. Er wird auch nächstes Jahr nicht bepflanzt werden.

Dieser Befund bestärkt uns, mit diesem Monitoring auf das Hop stunt viroid fortzufahren. Es ist klar, dass wegen der hohen Kosten für einen RT-PCR-Test dieses Screening auf HSVd-Infektionen Lücken aufweisen wird. Allerdings bestätigen unsere bisherigen Ergebnisse unsere Vermutung, dass insbesondere Zuchtmaterial und Sorten aus ehemaligen oder aktuellen HSVd-Befallsgebieten wie Japan, China oder den USA ein potentiell Risiko darstellen können. Daher müssen vor allem alle ausländischen Sorten, die in Praxisbetrieben angebaut werden und auch importiertes Zuchtmaterial einschließlich Wildhopfen sowie Pflanzen, die nach Hüll zur Sortenregisterprüfung kommen, auf dieses Viroid getestet werden. Des Weiteren ist darauf zu achten, dass alle Mutterpflanzen des Vermehrungsbetriebes der GfH auf HSVd getestet sind. Denn solange es keine zuverlässigen kurativen Methoden für HSVd-infizierte Hopfen gibt, ist ein kontinuierliches, möglichst umfassendes Monitoring die beste Vorsorge.

Tab. 4.7: Zwischen 2008 – 2010 untersuchte Hopfenproben und HSVd-Ergebnisse

Herkunft und Art des Probematerials	Anzahl der Hopfenproben	RT-PCR HSVd negativ	RT-PCR HSVd positiv	nicht auswertbar – fehlende interne Kontrollbande
Zuchtgarten Hüll, Rohrbach, Freising: Sorten, weibliche und männliche Zuchtstämme sowie Sortengarten Hüll	254	224	9 (5 Horizon)	5+16*
Zuchtgarten Schrittenlohe: Wildhopfen aus aller Welt	21	20	0	1
Vermehrungsbetrieb der GfH Hallertau: Mutterpflanzen	63	61	0	2
Praxisbetrieb Elbe-Saale: Sorten	8	6	0	2
Praxisbetriebe Hallertau: Sorten	125	120	0	5
Tettnang Versuchsgut u. Praxisbetriebe: Sorten	30	23	0	7
Sorten aus dem Ausland	155	155	0	0
Gesamt	656	609	9!	22+16*

Das Fehlen der typischen HSVd-Bande (300 Basenpaare) auf dem Gelbild nach der elektrophoretischen Auftrennung der RT-PCR-Produkte bestätigt den HSVd-freien Zustand einer Hopfenprobe. Um sicherzustellen, dass die fehlende HSVd-Bande nicht das Resultat einer nicht funktionierenden RT-PCR ist, wurde für jede Probe stets eine interne, auf Hopfen-mRNA basierende Kontrolle mitgeführt. Dabei zeigten sich wie bereits in den Vorjahren, dass bei sehr später Probenahme der PCR-Nachweis mit den alten, phenolreichen Hopfenblättern öfter nicht funktionierte, was die fehlende interne Kontrollbande anzeigt. *späte Probenahme am 04. Aug. 2010

Diese Qualitätsoffensive, die von der Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G. mit der finanziellen Unterstützung des HSV-Monitorings 2009 und 2010 vorangetrieben wurde, wird 2011 mit der Förderung durch die Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V. fortgeführt. Das Pathogen-Diagnoselabor der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Freising wird dabei die Hopfen nicht nur auf HSVd-Infektionen untersuchen, sondern das Screening auf fünf verschiedene Hopfenviren, die die Hopfenqualität und den Ertrag beeinträchtigen können, erweitern. Zur Detektion der Viren werden neben der etablierten ELISA- (enzyme linked immunosorbent assay) Methode auch PCR-basierte Methoden erstmals bei Hopfen etabliert und eingesetzt.

4.2 Biotechnologie

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

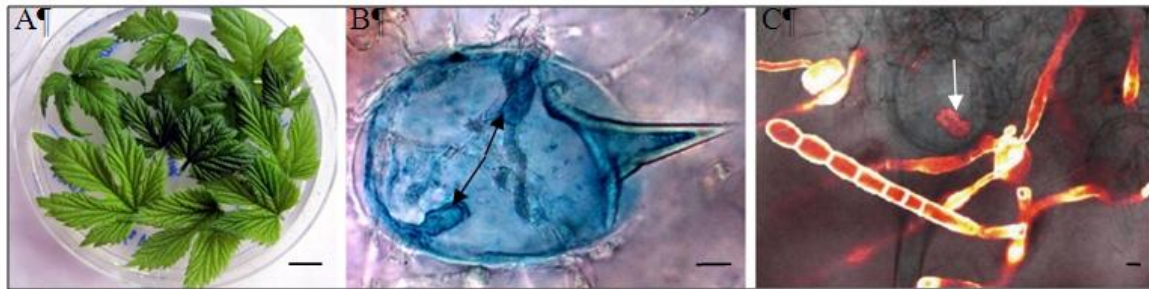


Abb. 4.4: Bilder aus einzelnen Arbeitsschritten des Projektes. A), Inokulierte Blätter für mikroskopische Untersuchungen. B), Zwei Haustorien (Pfeile) des Mehltaupilzes in einer Haarzelle, Blaufärbung durch das GUS-Reportersystem. C), Sporulation des Mehltaupilzes aufgrund der Infektion einer einzelnen Haarzelle. Pfeil: Haustorium in Haarzelle. Maßstab: A: 1cm; B,C: 10 μ m

Zielsetzung

Echter Mehltau an Hopfen, verursacht durch *Podosphaera macularis*, ist seit Jahrzehnten ein Problem im internationalen Hopfenanbau. Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, die Interaktion Hopfen-Hopfenmehltaupilz in verschiedenen Wildhopfen, welche als neue Resistenzträger für die Züchtung dienen sollen, zu charakterisieren. Diese Studien werden mit dem Mikroskop durchgeführt.

Ein anderer Teil dieser Arbeit unterstützt die Resistenzzüchtung mit einem molekularbiologischen Ansatz. Über einen sog. transienten Transformationsassay erfolgt eine funktionelle Charakterisierung von Genen, die an Abwehrreaktionen gegenüber Hopfenmehltau beteiligt sind. Ein transienter *knock-down*-Ansatz bzw. eine Überexpression (d. h. „unwirksam machen“ oder „Einbringen“ bestimmter Gene) auf Einzelzellebene soll Aufschluss über die Funktion dieser Gene geben.

Methode

Die mikroskopische Beurteilung des Resistenzverhaltens erfolgt, indem verschiedene Hopfen mit Mehltau inokuliert und die Infektion zu verschiedenen Zeitpunkten nach der Inokulation abgestoppt wird. Um den Pilz und die Abwehrreaktionen auf Zellebene sichtbar zu machen, wurden verschiedene Färbetechniken etabliert.

Für den transienten Transformationsassay wurden verschiedene Hopfen ESTs (*expressed sequence tags*) als Kandidatengene ausgewählt. Um mehr Informationen über diese Gene zu erlangen, wurde die Expression (Aktivität) der Gene nach Mehltaubefall in anfälligen und resistenten Sorten untersucht. Eine funktionale Analyse einzelner Kandidatengene erfolgt durch eine transiente Transformation von Haarzellen mittels Mikropartikel-Beschuss.

Ergebnisse

Momentan werden verschiedene Wildhopfen aus den USA, Japan, der Türkei und aus Deutschland untersucht. Abb. 4.5 A stellt beispielhaft die Ergebnisse mikroskopischer Untersuchungen von verschiedenen Wildhopfen (WH1-WH6) 24 Stunden nach der Inokulation mit dem Mehltaupilz dar. Bei allen Wildhopfen ist „Zelltod“ die Hauptkomponente der Abwehr. Der Pilz konnte außer in der anfälligen Kontrollsorte Northern Brewer auch

in einem Wildhopfen Haustorien etablieren (vgl. Abb. 4.5 A, „anfällige Zellen“). Zellwandverstärkungen scheinen bei diesen Wildhopfen eine geringe Rolle zu spielen.

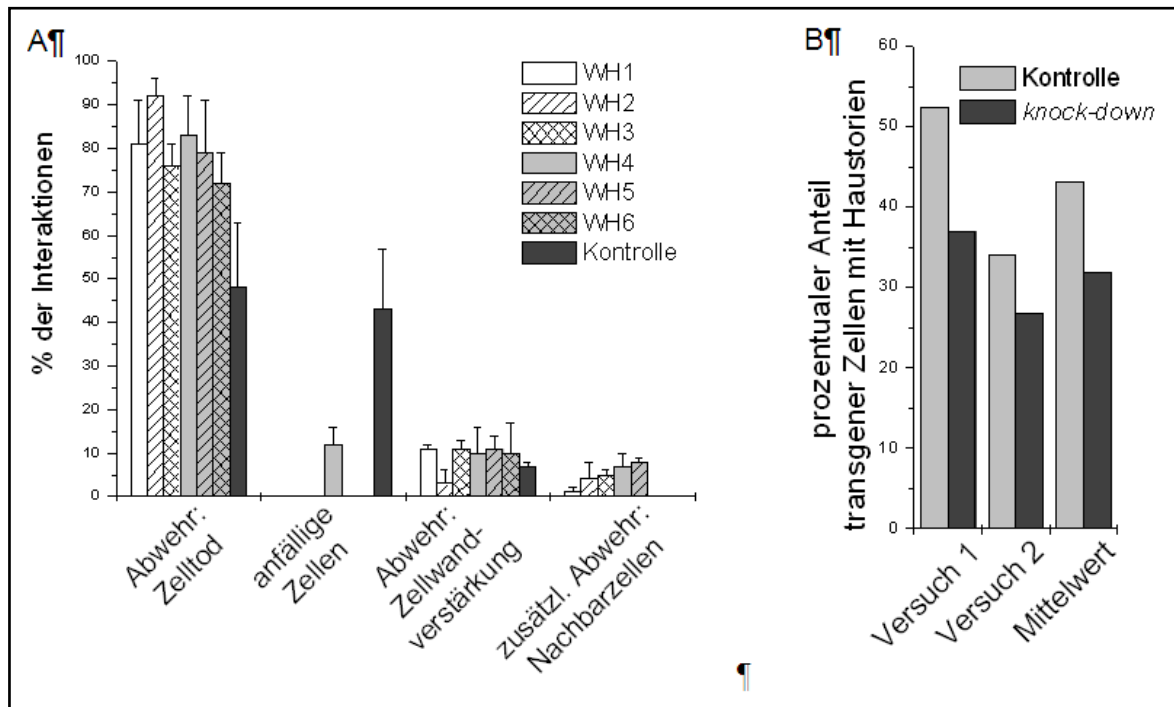


Abb. 4.5: **A)** Auswertung der mikroskopischen Untersuchung von sechs verschiedenen Wildhopfen, WH1- WH6, 24 Stunden nach der Inokulation. Bei allen Wildhopfen ist die Hauptkomponente der Abwehr Zelltod. Zellwandverstärkungen spielen eine geringere Rolle. Außer in der mehltauanfälligen Kontrollsorte Northern Brewer (dunkelgrau) wurden auch in einem Wildhopfen (hellgrau) anfällige Zellen gefunden. **B)** Transienter Transformationsassay: In Zellen, in denen ein transienter knock-down des Mlo-Gens erfolgte sind weniger Haustorien zu finden, sie sind also weniger anfällig. Dargestellt werden zwei unabhängige Versuche, sowie der Mittelwert aus beiden Versuchen.

Überraschenderweise wurde herausgefunden, dass Haarzellen auch bei makroskopisch resistenten Hopfengenotypen anfällig sind. Durch die Infektion einzelner Haarzellen kann der Mehltaupilz auch auf resistenten Hopfen sporulieren (vgl. Abb. 4.4 B,C).

Nach der Etablierung des transienten Assays wurde mit der Funktionsanalyse von Resistenz-assoziierten Genen begonnen. Abb. 4.5 B zeigt vorläufige Ergebnisse zweier *knock-down* Experimente eines Mlo-Gens in der anfälligen Sorte Northern Brewer. Hier enthielten Zellen, in welchen ein transienter *knock-down* des Anfälligkeitgens erfolgte, weniger Haustorien als die Kontrolle. Durch das Ausschalten des Gens werden die Zellen also weniger anfällig.

Ausblick

Nachdem unterschiedliche Resistenzmechanismen mit den etablierten Methoden gut erfasst werden können, werden die mikroskopischen Studien von verschiedenen resistenten Wildhopfen abgeschlossen. Hierbei erfolgen eine zeitliche Erfassung des Interaktionsverlaufs sowie eine Charakterisierung des Resistenzverhaltens verschiedener Zelltypen.

Durch den transienten Transformationsassay werden weitere Kandidatengene beurteilt.

4.3 Genomanalyse

4.3.1 Untersuchungen zu *Verticillium*-Infektionen in der Hallertau

Zielsetzung



Abb. 4.6: Stark Welke-geschädigter Hopfengarten

Seit 2005 verursacht ein außergewöhnlich hohes Auftreten der Hopfenwelke, hervorgerufen durch den *Verticillium*-Pilz, in vereinzelt Gebieten der Hallertau massive Ertragseinbußen. Neben hochanfälligen Sorten wie Hallertauer Mittelfrüher sind nun auch bislang welketolerante Sorten wie *Northern Brewer* betroffen. Zur Einschätzung des Gefährdungspotenzials für die Hallertau ist es zunächst wichtig, das Rassenspektrum von *Verticillium* im Anbaugebiet zu untersuchen. Neben milden Formen wird speziell bei der Hopfenwelke auch das Vorkommen sehr aggressiver letaler Rassen, die in der Vergangenheit in England 1944 und seit 1995 in Slowenien zu massiven Problemen im Hopfenbau führten, beschrieben. Neben den genetischen Analysen, mit deren Hilfe bekannte milde und letale ausländische Referenzen mit den vorherrschenden heimischen Rassen verglichen werden, soll über künstliche *Verticillium*-Infektionstests eine genaue Ermittlung der Virulenz isolierter *Verticillium*-Rassen erreicht werden. Parallel hierzu wird über die Durchführung spezieller Feldversuche auf angepachteten, äußerst Welke befallenen Hopfengärten der Frage nach ackerbaulichen Ursachen wie zu hohe N-Düngung oder Ausbringen von unzureichend hygienisiertem Rebenhäcksel nachgegangen. Schwerpunkt ist neben der Etablierung eines schnellen Diagnosesystems für die Praxis, die Prüfung der Wirksamkeit von Bioantagonisten. Dies sind Mikroorganismen, die als biologische Gegenspieler die Hopfenpflanzen vor einem *Verticillium*-Befall schützen sollen.

Methode

Zu Projektbeginn wurden stark Welke-befallene Hopfenstrünke gesammelt und zur Inkulturnahme des *Verticillium*-Pilzes hiervon unter sterilen Bedingungen ca. 2 cm² große Rebenstücke herauspräpariert, in Petrischalen auf Pflaumen-Agar-Festmedien überführt (Abb. 4.7 links) und bei 25 °C im Dunkeln für ca. 2 Wochen inkubiert. Nach der eindeutigen Bestimmung der *Verticillium*-Art (über PCR und Mikroskop) wurden aus jeder Petrischale über Verdünnungsreihen Einspormyzelien auf neuen Festmedien ausgestrichen. Nur über diese Einsporisolate ist eine optimale genetische Unterscheidung und Klassifizierung der neu gesammelten *Verticillium*-Proben möglich. Aus den erhaltenen

Einspormyzelien wurden mehrere 1 cm² große Stücke ausgeschnitten und zur weiteren Vermehrung in Erlenmeyerkolben mit Glucose-Pepton-Flüssigmedium gegeben. Nach zwei Wochen konnte dann das ausreichend vermehrte Pilzmyzel mit Hilfe einer Nutsche in einem sterilen Filter geerntet werden. Das Pilzmaterial wurde gefriergetrocknet, in einer Kugelmühle vermahlen und nach dem modifizierten Protokoll von Doyle und Doyle (1990) die DNA für spätere PCR-Analysen isoliert. Parallel hierzu wurde an der Etablierung eines Laborschnelltests gearbeitet, wobei nach einer Homogenisator-Behandlung (Abb. 4.7 rechts) in Kombination mit einem kommerziellen DNA-Isolatonskit das Erbgut des *Verticillium*-Pilzes für nachfolgende Untersuchungen direkt aus den Hopfenreben gewonnen werden kann.

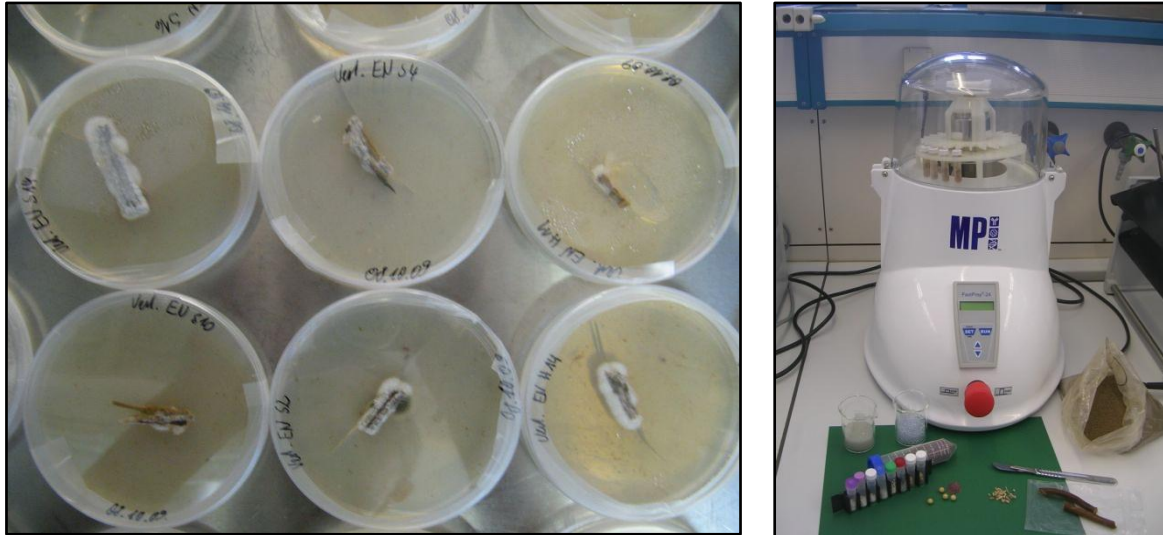


Abb. 4.7: Erstellung einer Bank von *Verticillium*-Isolaten (links); Homogenisator zum Rebenaufschluss (rechts)

Ergebnis

Zur Risikoabschätzung für das Anbaugebiet Hallertau wurde zunächst begonnen, die gewonnenen *Verticillium*-Isolate genetisch zu differenzieren und sie direkt mit ausländischen Referenzisolaten zu vergleichen. Anschließend galt es, aufbauend auf diesen genetischen Unterschieden, auch deren Virulenz zu testen. Im Zuge der durchgeführten AFLP-Analysen wiesen ca. 60 *Verticillium*-Einsporisolate aus 19 Hallertauer Herkünften spezielle DNA-Fragmente auf (Abb. 4.8), die ausschließlich in letalen englischen und letalen slowenischen Referenzisolaten vorkommen. In den milden englischen und slowenischen Isolaten sowie in Hallertauer Isolaten aus Regionen mit geringem Welkebefall waren diese DNA-Banden nicht zu finden. In einem in Slowenien durchgeführten künstlichen *Verticillium*-Infektionstest konnte die Virulenz von isolierten Hallertauer *Verticillium*-Isolaten bestimmt werden. Neben slowenischen Referenzisolaten (mild und letal) wurden Hallertauer Isolate aus weniger geschädigten bzw. stark geschädigten Hopfengärten verwendet. In diesem Infektionsversuch wurden diese Isolate und die Referenzen an den Sorten Celeja, Perle, Hallertauer Tradition, Northern Brewer, Hallertauer Magnum und Wye Target eingesetzt. Die Sorten wurden mit den Pilzisolaten inokuliert und nach 30, 44 und 58 Tagen der Anteil der befallenen Blattareale (in %) bonitiert. In diesem vom Kooperationspartner Dr. Radisek durchgeführten Infektionstest war auffällig, dass die Hallertauer Isolate aus weniger geschädigten Hopfengärten dem Virulenzverhalten der milden ausländischen Referenzen gleichen und die aggressiveren Hallertauer Isolate den letalen ähnlich sind. (Abb. 4.9).

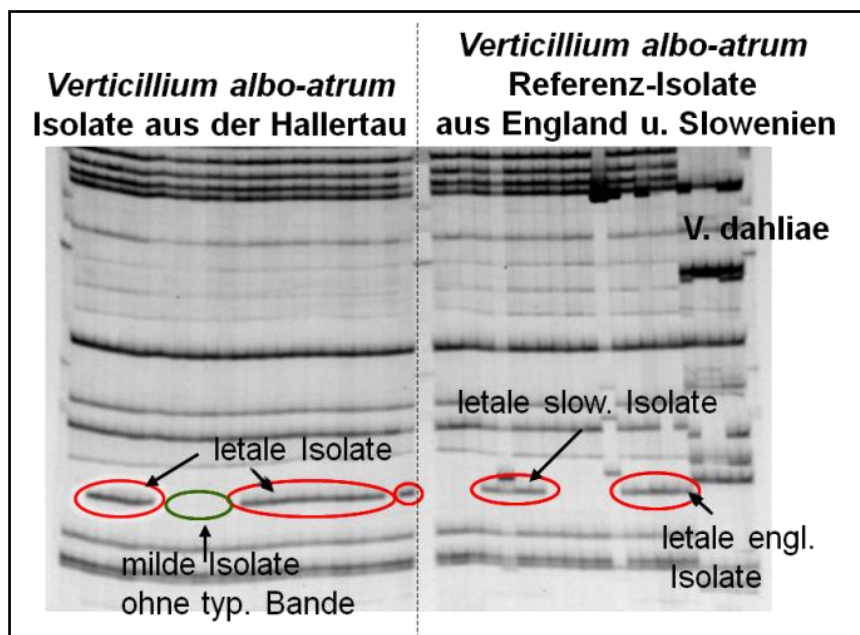


Abb. 4.8: Ausschnitt aus einem AFLP-Muster verschiedener *Verticillium*-Rassen (Hallertauer Isolate im Vergleich zu Referenzen)

	Isolat	Tage nach Inok.	Sorte						Mittelwert
			CEL	PER	HT	NB	MAG	WT	
Mildere Hallertauer Isolate →	P83	38	2	1	1	0	0	0	0,8
		52	3	1	2	0	0	0	1,2
		66	3	1	3	1	1	0	1,8
Aggressivere Hallertauer Isolate →	P55	38	1	0	0	0	1	0	0,4
		52	2	0	1	0	1	0	0,8
		66	3	1	2	1	1	0	1,6
Mildes slowen. Isolat →	Zup	38	0	0	1	0	0	0	0,2
		52	2	0	1	0	0	0	0,6
		66	2	1	2	1	0	0	1,2
Letales slowen. Isolat →	T6	38	1	2	3	0	1	0	1,4
		52	3	3	4	1	2	1	2,8
		66	5	4	5	2	2	1	3,8
Letales engl. Isolat →	11055	38	3	1	1	1	0	0	1,2
		52	4	3	3	1	1	1	2,6
		66	5	3	4	3	1	1	3,4

Abb. 4.9: Ergebnis eines künstlichen Infektionstests mit definierten *Verticillium*-Isolaten. Die Skala 1-5 beschreibt den prozentualen Anteil der Welkeschädigung aller Blätter der getesteten Pflanze. 1= 0-20 %; 2= 20-40 %; 3= 40-60 %; 4= 60-80 %; 5= 80-100%

Ausblick

Neben weiteren Virulenzanalysen wird als ein Schwerpunkt an der Entwicklung spezifischer SCAR-Marker gearbeitet, die zur PCR-basierten schnellen Differenzierung zwischen milden und letalen Rassen eingesetzt werden sollen. Des Weiteren wurde schon begonnen, spezielle Bakterienstämme zu testen, die als Bioantagonisten junge Hopfenpflanzen in stark Welke-verseuchten Gärten vor dem Befall des *Verticillium*-Pilzes präventiv schützen könnten. Ein besonderes Augenmerk liegt auch auf der möglichen Resistenzselektion von Wildhopfen und Hüller Zuchtstämmen, die 2010 auf einer angepachteten, extrem *Verticillium*-kontaminierten Fläche gepflanzt wurden.

5 Hopfenbau, Produktionstechnik

LD Johann Portner, Dipl. Ing. agr.

5.1 N_{\min} -Untersuchung 2010

Die Stickstoffdüngung nach DSN (N_{\min}) ist seit langem in der Praxis eingeführt und zu einem festen Bestandteil der Düngeplanung in den Hopfenbaubetrieben geworden. Im Jahr 2010 wurden in Bayern 3610 Hopfengärten auf den N_{\min} -Gehalt untersucht und eine Düngeempfehlung erstellt.

In Tab. 5.1 ist die Entwicklung der Zahl der Proben zur N_{\min} -Untersuchung zusammengestellt. Der durchschnittliche N_{\min} -Gehalt in den bayerischen Hopfengärten war 2010 mit durchschnittlich 86 kg/ha auf Vorjahresniveau und liegt im Vergleich der letzten 10 Jahre im Durchschnitt.

Wie jedes Jahr waren auch heuer 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: Zahl der N_{\min} -Untersuchungen und durchschnittliche N_{\min} -Gehalte sowie Düngeempfehlung in Hopfengärten der bayerischen Anbauggebiete

Jahr	Anzahl der Proben	N_{\min} kg N/ha	Düngeempfehlung kg N/ha
1983	66	131	
1984	86	151	
1985	281	275	
1986	602	152	
1987	620	93	
1988	1031	95	
1989	2523	119	
1990	3000	102	
1991	2633	121	
1992	3166	141	130
1993	3149	124	146
1994	4532	88	171
1995	4403	148	127
1996	4682	139	123
1997	4624	104	147
1998	4728	148	119
1999	4056	62	167
2000	3954	73	158
2001	4082	59	163
2002	3993	70	169
2003	3809	52	171
2004	4029	127	122
2005	3904	100	139
2006	3619	84	151
2007	3668	94	140
2008	3507	76	153
2009	3338	85	148
2010	3610	86	148

In der Tab. 5.2 ist 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. Festzustellen ist, dass die fränkischen Anbauggebiete um Spalt und Hersbruck höhere N_{min} -Werte aufwiesen als die Landkreise in der Hallertau. Entsprechend umgekehrt verhalten sich die Stickstoffdüngempfehlungen unter Berücksichtigung des zu erwartenden Ertrages.

Tab. 5.2: Zahl, durchschnittliche N_{min} -Gehalte und Düngempfehlungen der Hopfengärten nach Landkreisen bzw. Regionen in Bayern 2010

Landkreis bzw. Region	Probenzahl	N_{min} kg N/ha	Düngempfehlung kg N/ha
Spalt (ohne Kinding)	95	96	129
Pfaffenhofen	1169	94	144
Eichstätt (mit Kinding)	267	90	147
Hersbruck	54	88	129
Kelheim	1439	84	150
Freising	404	77	154
Landshut	182	69	157
Bayern	3610	86	148

In Tab. 5.3 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 2010

Sorte	Probenzahl	N_{min} kg N/ha	Düngempfehlung kg N/ha
Herkules	480	81	167
Nugget	54	74	164
Brewers Gold	5	71	161
Hall. Magnum	696	79	155
Hall. Merkur	10	72	155
Smaragd	7	68	154
Hall. Taurus	305	90	147
Saphir	42	84	146
Perle	685	87	145
Spalter Select	185	89	144
Opal	8	87	141
Hall. Tradition	607	97	140
Hallertauer Mfr.	248	77	139
Hersbrucker Spät	173	95	139
Northern Brewer	57	100	134
Spalter	42	113	113
Sonstige	6	62	162
Bayern	3610	86	148

5.2 Untersuchungen zur Statik von Hopfengerüstanlagen

5.2.1 Zielsetzung

Hopfen wird in Deutschland überwiegend in 7-8 m hohen Gerüstanlagen kultiviert. Der Vorteil der Hochgerüste besteht darin, dass die derzeitigen Land- und Zuchtsorten an diese Höhe adaptiert sind und aufgrund ihrer weiten Internodienabstände ihr Ertragspotential über hohe Gerüsthöhen optimal ausschöpfen können. Versuche mit Hallertauer Zuchtsorten in Niedrigerüstanlagen haben Ertragseinbußen von 30-50 % ergeben. Der Nachteil der Hochgerüste ist aber, dass sie kostenintensiv sind, hohe Anforderungen an die Statik stellen und dadurch bei Sturmereignissen einsturzgefährdet sind. Dazu kommt, dass neuere ertragreiche Sorten mit höherem Rebengewicht die Einsturzgefahr noch erhöhen.

Ziel der Untersuchungen ist es, die unterschiedlichen Bauformen von Gerüstanlagen in den verschiedenen Anbaubereichen auf Schwachstellen zu untersuchen und Verbesserungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

5.2.2 Methode

Mit Unterstützung einer Bauingenieurin, die von einem Hopfenbaubetrieb stammt und Statikerfahrung besitzt, haben Studenten der FH Regensburg, Fakultät Bauingenieurwesen, im Rahmen einer Projektarbeit die Untersuchungen durchgeführt. Finanziell gefördert wurde das Projekt von der Erzeugergemeinschaft HVG. Nach einer umfangreichen Literaturrecherche und Gesprächen mit Hopfenberatern und Gerüstbauern wurden die Hopfenanbaubereiche Hallertau, Tettwang und Elbe-Saale besucht, um vor Ort die unterschiedlichen Gerüstbauformen kennenzulernen und zu dokumentieren. Mit Hilfe statischer Berechnungen sollten die Vor- und Nachteile der verschiedenen Bauformen herausgearbeitet und Verbesserungsvorschläge gemacht werden.

Die Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik (IPZ 5a) lieferte die fachlichen Hintergründe und stellte die Kontakte zu Praktikern und Ansprechpartnern in den anderen Anbauregionen her.

5.2.3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Literaturrecherche, die Beschreibung der verschiedenen Gerüstanlagenformen, die Annahmen für die statischen Berechnungen und deren Ergebnisse mit den Verbesserungsvorschlägen sind in einem 110seitigen Gesamtkatalog zusammengefasst und auf der Homepage des Arbeitsbereichs Hopfen der LfL (www.lfl.bayern.de/ipz/hopfen/) nachzulesen. Exemplarisch werden nachfolgend einige Ergebnisse dargestellt.

Bei der Hallertauer Anlage treten unter Windbelastung die höchsten Druckkräfte in den Ecksäulen auf, die überwiegend durch die steile Stellung der Säulen und Abspannungen verursacht werden. Beton- statt Holzmasten oder mehrere und flachere Abspannungen könnte das Problem an den Ecken entschärfen. Der Abstand zwischen den Schraubankern sollte dabei mindestens 1 m betragen, damit sich die wirksamen Erdkegel nicht überschneiden können.

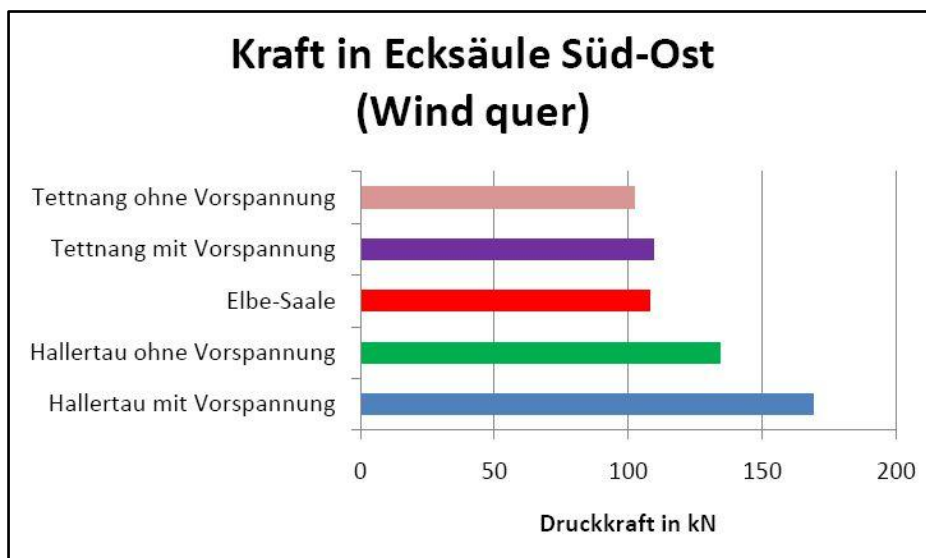


Abb. 5.1: Druckkräfte in der Ecksäule bei den verschiedenen Bauformen von Gerüstanlagen

Aufgrund der großen Spannweite und der fehlenden Vorspannung ist bei der Elbe-Saale Gerüstanlage der Durchhang des mittigen Querseils am größten. Die Tettninger Gerüstanlage weist aufgrund der Überspannungen den geringsten Seildurchhang auf.

U. a. wurden folgende Verbesserungsvorschläge abgeleitet:

Da die größten Kräfte an den Rändern und insbesondere den Ecken auftreten, können durch eine flachere Neigung der Abspannungen die Kräfte in den Abspannseilen und Masten deutlich reduziert werden. Bei Reduzierung des Neigungswinkels von z. B. 76° auf 45° sind die Druckkräfte in den Masten nur noch halb so groß. Die hohe Vorspannung insbesondere bei der Hallertauer Gerüstanlage stellt eine zusätzliche Beanspruchung aller Bauteile dar. Viel effektiver hinsichtlich des Seildurchhangs ist daher die Überspannung, wie sie in Tettngang verwendet wird.

In den Berechnungen und Betrachtungen sowie den daraus resultierenden Verbesserungsvorschlägen wurden ökonomische Aspekte nicht berücksichtigt.

5.3 Gewichtsmessungen von Hopfenreben im trockenen und nassen Zustand

5.3.1 Ausgangssituation und Zielsetzung

Die Hopfenreben wachsen an einem 1,2-1,4 mm starken Eisendraht empor, der wiederum an einem Stacheldraht in 7 m Höhe am Hopfengerüst befestigt ist. Hinsichtlich der Reißfestigkeit wird vom Aufleitmaterial eine Bruchlast von 45 kg erwartet. Belastet wird der Draht durch das Eigengewicht der Reben, anhaftendes Niederschlagswasser und Zugkräfte durch Windbelastung. Die Kenntnis der Eigengewichte der Hopfenreben im trockenen und nassen Zustand ist Voraussetzung, um im Rahmen des Forschungsprojekts „Untersuchungen zur Statik von Hopfengerüstanlagen“ mit realistischen Annahmen die statischen Belastungen von Gerüstanlagen berechnen zu können.

5.3.2 Methodik

In 2 Hopfengärten mit verschiedenen Sorten (Abb. 5.2: Herkules und Abb. 5.3: Hall. Taurus) wurde kurz vor der Ernte an jeweils 5 aufeinanderfolgenden Reben im Bestand das Eigengewicht im trockenen und nassen Zustand ermittelt. Dazu wurde – stehend auf einer Hopfenkanzel in 7 m Höhe – der Aufleitdraht mit der Rebe oben am Stacheldraht abgenommen und an Ort und Stelle in eine am Stacheldraht befestigte Hängewaage eingehängt und das Gewicht der durchhängenden Rebe gemessen. Diese Vorgehensweise ermöglichte auch die Messung von regennassen Reben, ohne dass durch das Abnehmen der Rebe das anhaftende Wasser abgeperlt ist. Die Messung im trockenen Zustand wurde am 08.09.2010 (Temp. 16 °C, windstill) durchgeführt. Zur Messung des regennassen Hopfens musste ein Tag mit ausreichenden Niederschlägen abgewartet werden, um eine vollständige Benetzung des Hopfens zu gewährleisten. Am 13.09.2010 (Temp. 13 °C, NS 11 mm in den vorangegangenen 10 h) erfolgte bei Regen die Messung an denselben Aufleitungen.

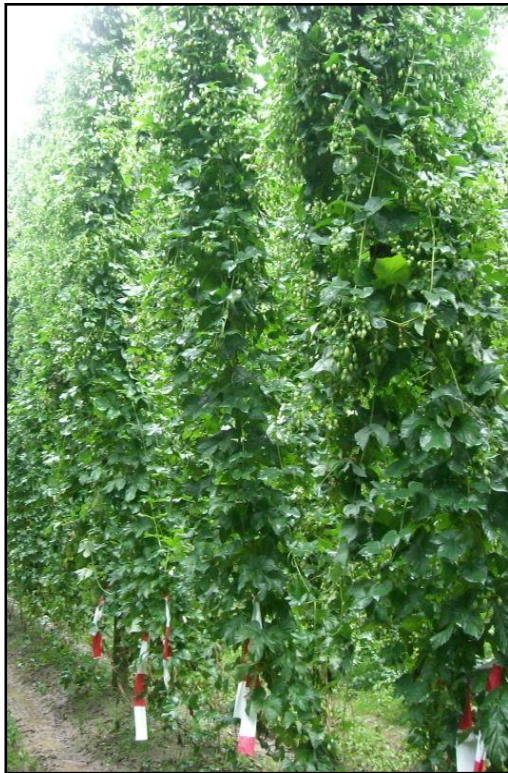


Abb. 5.2: Gekennzeichnete Reben zur Gewichtsermittlung der Sorte Herkules

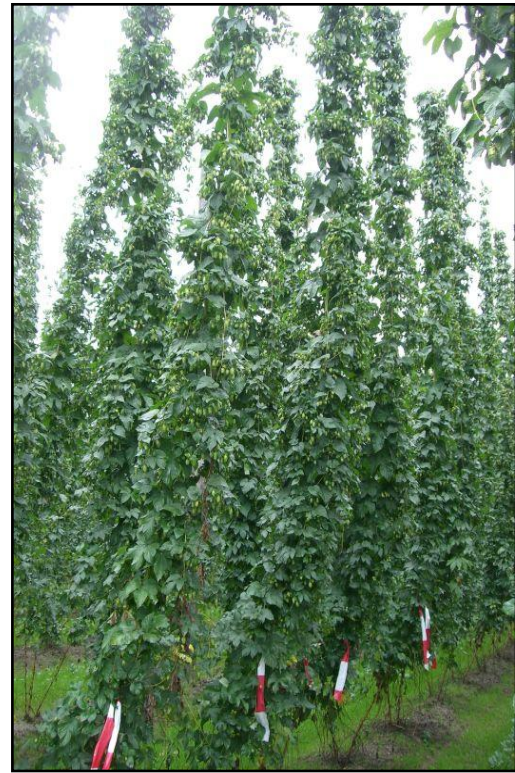


Abb. 5.3: Gekennzeichnete Reben zur Gewichtsermittlung der Sorte Hall. Taurus

5.3.3 Ergebnisse und Diskussion

Das Eigengewicht der Reben im trockenen und nassen Zustand sowie die Differenzen zwischen nass und trocken können nachfolgenden Tabellen mit den jeweiligen Durchschnitten entnommen werden.

Tab. 5.4: Eigengewicht von Hopfenreben (Rohrbach, Sorte Herkules)

Aufleitung Nr.	Gewicht in kg trockene Rebe (08.09.2010)	Gewicht in kg regen-nasse Rebe (13.09.2010)	Gewicht in kg Differenz (nass – trocken)
1	9,2	11,9	2,7
2	9,2	12,0	2,8
3	10,2	13,1	2,9
4	8,9	13,5	4,6
5	7,7	9,0	1,3
Durchschnitt	9,04	11,90	2,86

Tab. 5.5: Eigengewicht von Hopfenreben (Kreithof, Sorte Hall. Taurus)

Aufleitung Nr.	Gewicht in kg trockene Rebe (08.09.2010)	Gewicht in kg regen-nasse Rebe (13.09.2010)	Gewicht in kg Differenz (nass – trocken)
1	5,1	5,4	0,3
2	6,5	7,0	0,5
3	6,1	6,8	0,7
4	6,4	6,8	0,4
5	7,7	7,9	0,2
Durchschnitt	6,36	6,78	0,42

Die Gewichtsfeststellung an 5 aufeinanderfolgenden Reben zeigt, dass erhebliche Gewichtsunterschiede zwischen den einzelnen Aufleitungen bestehen. Noch deutlicher fällt der Vergleich zwischen den Sorten aus. Die Reben der Sorte Hallertauer Taurus waren weniger stark entwickelt und wogen im trockenen Zustand nur etwa 2/3 soviel wie die schweren Herkulesaufleitungen. Noch deutlicher war der Unterschied bei den regennassen Reben. An der großen Blattfläche und den vielen kleinen Dolden der Sorte Herkules konnte bedeutend mehr Wasser anhaften als an den kompakten Tauruspflanzen mit der geringeren Blattmasse. Dass der Unterschied in der Interzeption mit 0,42 kg (Taurus) zu 2,86 kg (Herkules) allerdings so groß ist verwundert, zumal die Eigengewichte beider Sorten im trockenen Zustand relativ wenig von einander abweichen.

Mit knapp 12 kg im Bestandesdurchschnitt erreicht die regennasse Herkulesaufleitung noch lange nicht die Bruchgrenze von 45 kg des Aufleitdrahtes. Dass in der Praxis nach regnerischer und stürmischer Witterung dennoch viele Reben herabfallen, weist auf eine reduzierte Reißfestigkeit und Verschleiß des Drahtes im Verlauf der Vegetationsperiode oder auf den großen Einfluss der Windkräfte hin.

Pro ha Hopfengarten werden ca. 4000 Aufleitungen angebracht. Dies ergibt aufgrund der Messung bei Sorten mit schwachem Habitus (z. B. Taurus, Northern Brewer oder Perle) ein Gesamtgewicht von rund 25 t im trockenen und 27 t im nassen Zustand, welches von einem ha Hopfengerüst getragen werden muss. Bei massenwüchsigen Hopfensorten wie z. B. Herkules kann das Eigengewicht pro ha auf 36 t (trocken) bis 48 t (nass) ansteigen. Berücksichtigt man, dass bis zum Abreißen einzelner Reben das Gewicht durch Einwirkung von Windkräften weiter ansteigt, muss das Hopfengerüst deutlich höheren Gewichtskräften standhalten, um nicht einzustürzen.

5.4 Messungen zum Verlauf der Windgeschwindigkeit im Hopfengarten

5.4.1 Ausgangssituation und Zielsetzung

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Untersuchungen zur Statik von Hopfengerüstanlagen“ ist der Wind eine entscheidende Einflussgröße. Seitlich oder frontal auf den Hopfengarten wirkende Windkräfte spannen die Hopfenreben, so dass die Gewichtskräfte der Aufleitungen ansteigen und die statische Belastung der Hopfengerüste um ein vielfaches des Eigengewichts der Hopfenreben zunimmt. Für statische Berechnungen spielt dabei eine Rolle, mit welcher Stärke und in welchem Winkel der Wind auf die Hopfenwand auftrifft und in welchem Maße die Windgeschwindigkeit im Bestand abnimmt.

5.4.2 Methodik

An einem böig-windigen Tag (Windstärke 4-6) mit vorherrschender Windrichtung Süd-West wurden auf der windzugewandten Seite von 2 Hopfengärten unterschiedlicher Ausrichtung Windmessungen in unterschiedlichen Höhen (1,5 m, 4,0 m und 7,0 m) und verschiedener Eindringtiefe in den Hopfengarten (Rand = 0 m, 3. Reihe = ca. 9 m und 6. Reihe = ca. 18 m) durchgeführt. Um Zufälligkeiten auszuschließen und vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, wurden mit 3 Handwindgebern gleichzeitig die Messungen in einer definierten Höhe bei 3 verschiedenen Eindringtiefen durchgeführt, um zu sehen, wie stark die Windgeschwindigkeit beim Eindringen in den Hopfengarten abnimmt. Dazu wurden die Windgeber an Halterungen montiert, die in gleicher Höhe an Metallstangen befestigt wurden. Auf Kommando wurden die Windmesser eingeschaltet und in gleicher Höhe in unterschiedlicher Eindringtiefe im Hopfengarten ausgerichtet und nach 2 Minuten angehalten. Abgelesen wurden dann die maximale und die durchschnittliche Windgeschwindigkeit, die in dieser Zeit aufgezeichnet wurden. Von jeder Messung wurden 2 Wiederholungen gemacht.

5.4.3 Ergebnisse und Diskussion

Tab. 5.6 und Tab. 5.7 geben die gemessenen Windgeschwindigkeiten (Maximalwert und 2minütiger Durchschnitt) in verschiedenen Höhen und Eindringtiefen bei 2 Hopfengärten mit unterschiedlicher Ausrichtung zum Wind wieder.

Tab. 5.6: Windgeschwindigkeiten (km/h) im Hopfenbestand bei Ausrichtung der Reihen zum Wind (Kreithof, Sorte Saphir, 30.08.2010)

(Reihen: 20°N – 200°S, Windrichtung: 240 °SW)

Eindringtiefe		0 m		8,6 m		18,4 m	
Höhe		Max.-wert	Ø	Max.-wert	Ø	Max.-wert	Ø
7,0 m	1. Messung	44,0	19,0	35,6	9,0	15,6	5,2
	2. Messung	32,0	17,2	29,0	9,8	12,2	4,2
4,0 m	1. Messung	40,0	22,0	26,0	12,3	12,5	4,5
	2. Messung	38,0	15,0	21,0	7,4	9,1	3,0
1,5 m	1. Messung	21,0	9,6	13,4	7,0	11,0	5,2
	2. Messung	33,0	17,2	28,0	13,8	11,0	5,8

Tab. 5.7: Windgeschwindigkeiten (km/h) im Hopfenbestand bei Wind von der Seite (Rohrbach, Sorte Hall. Magnum, 30.08.2010)

(Reihen: 110°O – 290°W, Windrichtung: 240 °SW)

Eindringtiefe		0 m		9,2 m		18,6 m	
Höhe		Max.-wert	Ø	Max.-wert	Ø	Max.-wert	Ø
7,0 m	1. Messung	41,0	22,0	25,0	11,6	21,0	6,5
	2. Messung	38,0	23,0	27,0	14,0	20,0	8,2
4,0 m	1. Messung	36,0	25,0	12,0	5,5	12,6	4,2
	2. Messung	40,0	24,0	22,0	6,7	7,6	3,2
1,5 m	1. Messung	41,0	24,0	30,0	10,5	33,1	14,4
	2. Messung	46,0	28,0	35,0	11,2	27,7	9,7

Bei allen Messungen wurde deutlich, dass der Wind beim Auftreffen auf den Hopfengarten gebremst wird und die Windgeschwindigkeit mit zunehmender Eindringtiefe in den Hopfengarten abnimmt. Der Verlauf und die Intensität der Abnahme hängen aber von der Windrichtung, der Messhöhe und Eindringtiefe ab.

Bei Ausrichtung der Reihen in Windrichtung (Thalmaier, Kreithof) ist die Windstärke im Bestand höher und die Abnahme verläuft eher linear (Abb. 5.4 und Abb. 5.5) als beim Auftreffen des Windes von der Seite (Abb. 5.6 und Abb. 5.7). Die höchsten Windgeschwindigkeiten wurden in 7 m Gerüsthöhe gemessen, gefolgt von 1,5 m und 4 m. Die höheren Luftgeschwindigkeiten in 1,5 m sind dadurch zu erklären, dass der Wind in die unten entlaubten Bestände in Bodenhöhe besser eindringen kann und im bodennahen Bereich weniger gebremst wird als in der Rebenmitte.

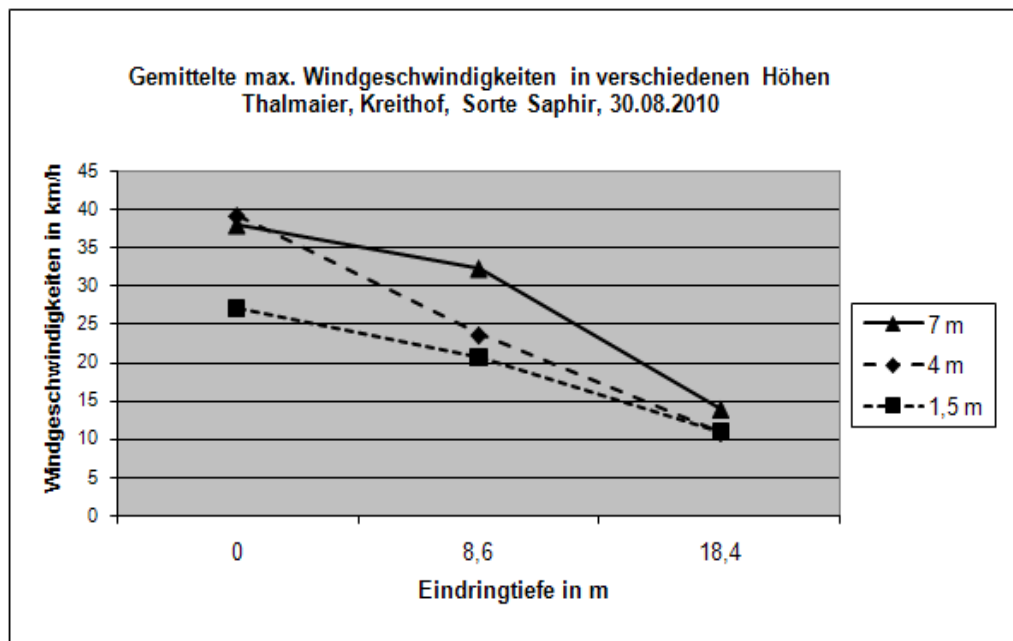


Abb. 5.4: Gemittelte max. Windgeschwindigkeit - Saphir

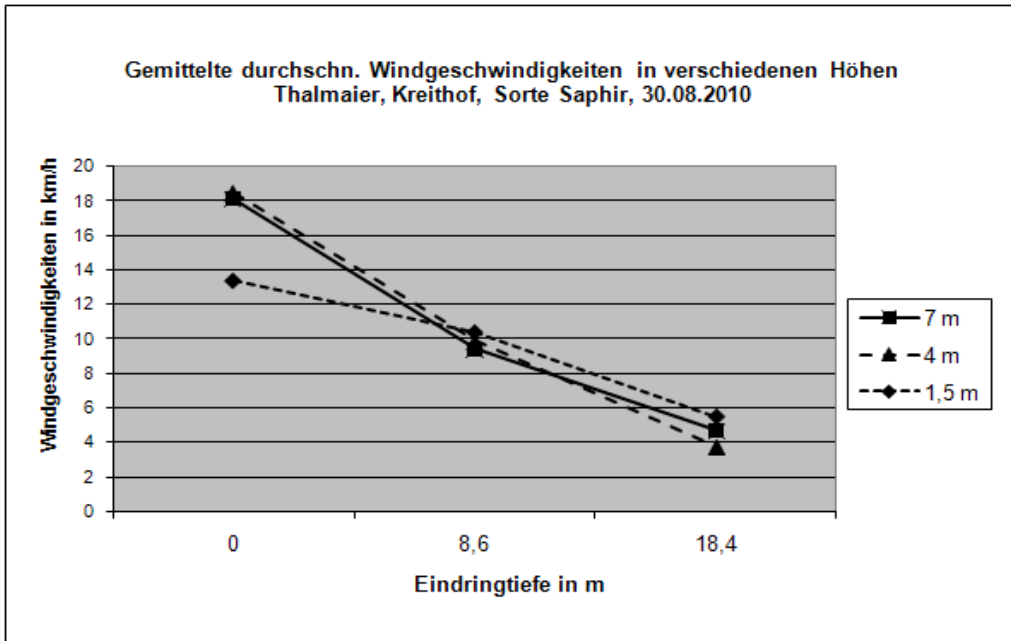


Abb. 5.5: Gemittelte durchschn. Windgeschwindigkeit - Saphir

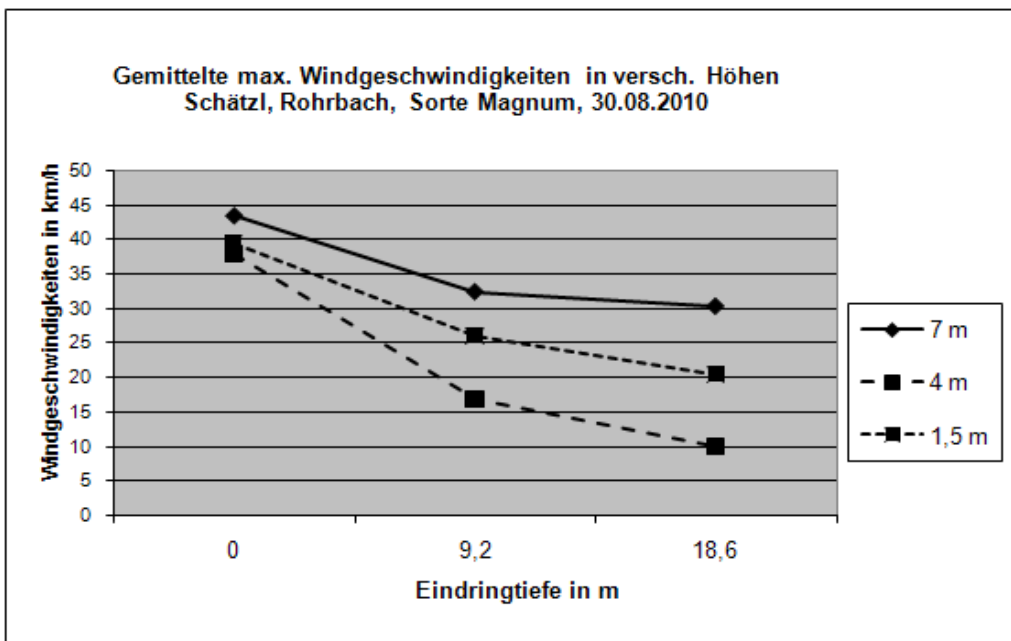


Abb. 5.6: Gemittelte max. Windgeschwindigkeit - Magnum

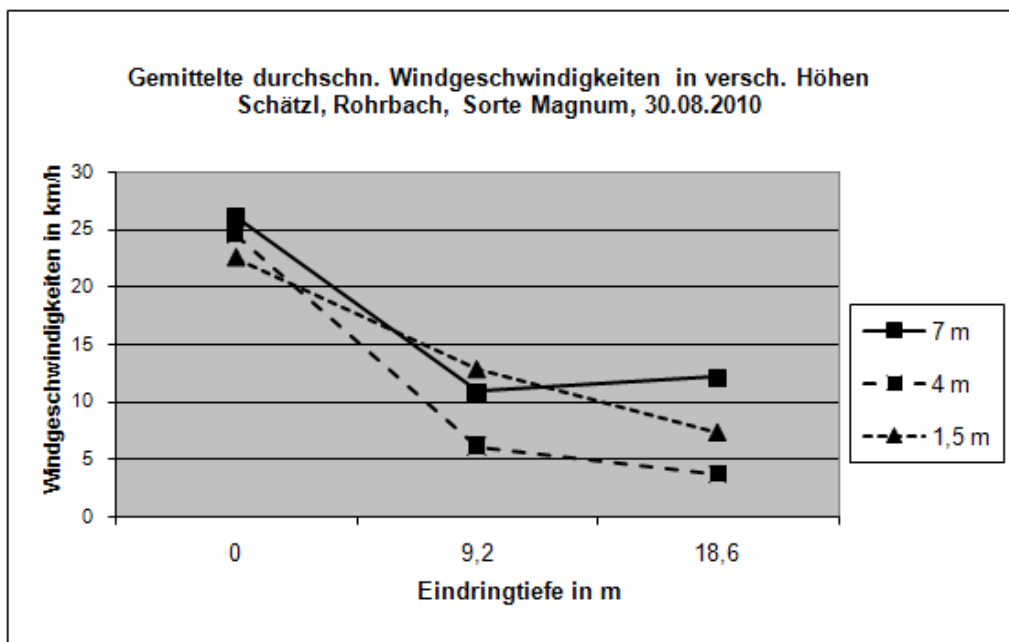


Abb. 5.7: Gemittelte durchschn. Windgeschwindigkeit - Magnum

5.5 Untersuchungen des Einflusses von Strobilurinen am Beispiel „Ortiva“ (Wirkstoff: Azoxystrobin) auf Ertrag, Alphasäuren und Krankheitsbefall

5.5.1 Zielsetzung

Die Behandlung mit Strobilurinen führt bei Pflanzen, insbesondere Getreide, zu einer intensiveren Grünfärbung der Blätter. Man bezeichnet dies als „Grüneffekt“ oder „Greening-Effekt“. Er beruht zu einem großen Teil darauf, dass mit Strobilurinen behandelte Pflanzen weniger durch Pilze geschädigt werden oder weniger Energie in deren Abwehr investieren müssen. Desweiteren konnte bei Getreideanbauversuchen von Pflanzenschutzmittelfirmen eine ertragssteigernde Wirkung beim Einsatz von Strobilurinen nachgewiesen werden. In dieser Versuchsanstellung sollte überprüft werden, ob diese positiven Effekte auch bei Hopfen nachweisbar sind.

In einem betriebsüblich bewirtschafteten Hopfengarten mit der Sorte Hallertauer Magnum wurde vierjährig untersucht, welchen Einfluss der Einsatz von einem Strobilurin auf Ertrag, Alphasäurenbildung und Doldengesundheit hat.

5.5.2 Methode

Der ca. 0,8 ha große Versuchsgarten wurde in 4 gleich große Parzellen geteilt, in denen jeweils zwei Wiederholungen als zu beerntende Versuchsglieder zufällig angeordnet wurden. Ein Versuchsglied bestand aus 20 aufeinanderfolgenden Reben.

In den mit „Praxis“ bezeichneten Flächen wurde über die gesamte Versuchsdauer von 4 Jahren keine Strobilurine ausgebracht.

In Absprachen mit Firma Syngenta sollte die erste Behandlung in der Strobilurinvariante mit 1,6 l/ha Ortiva ca. 8-10 Tage vor der Hauptblüte erfolgen. Dieser Termin ist selbstverständlich jahrgangsabhängig und wurde in Abhängigkeit von der Entwicklung des Hopfens festgelegt. Der früheste Termin war im Jahr 2008 am 11.07. und der späteste im Jahr 2010 am 20.07.

Die zweite Behandlung mit 1,6 l/ha Ortiva wurde wiederum nach Vorgabe der Firma 10 - 14 Tage nach der ersten Applikation ausgebracht.

Als Vergleichsmittel in der Praxisfläche wurde in allen Fällen Forum mit dem Wirkstoff Dimethomorph mit einer Aufwandmenge von 4,0 l/ha verwendet.

Von den beernteten Versuchsgliedern wurde der Ertrag und der Alphasäuregehalt gemessen und der Alphasäureertrag pro ha errechnet. Außerdem wurde von jeder Parzelle ein Doldenmuster genommen und jeweils 500 Dolden einzeln auf Krankheitsbefall untersucht. Dabei wurde zwischen kein, leichter, mittlerer und schwerer Befall unterschieden und ein gewogenes Mittel hinsichtlich des Befalls errechnet. Je nach Befall kann der Index zwischen 1,0 und 4,0 liegen, wobei erfahrungsgemäß ab einem Befall von 1,10 Abzüge bei der Neutralen Qualitätsfeststellung (NQF) zu erwarten sind.

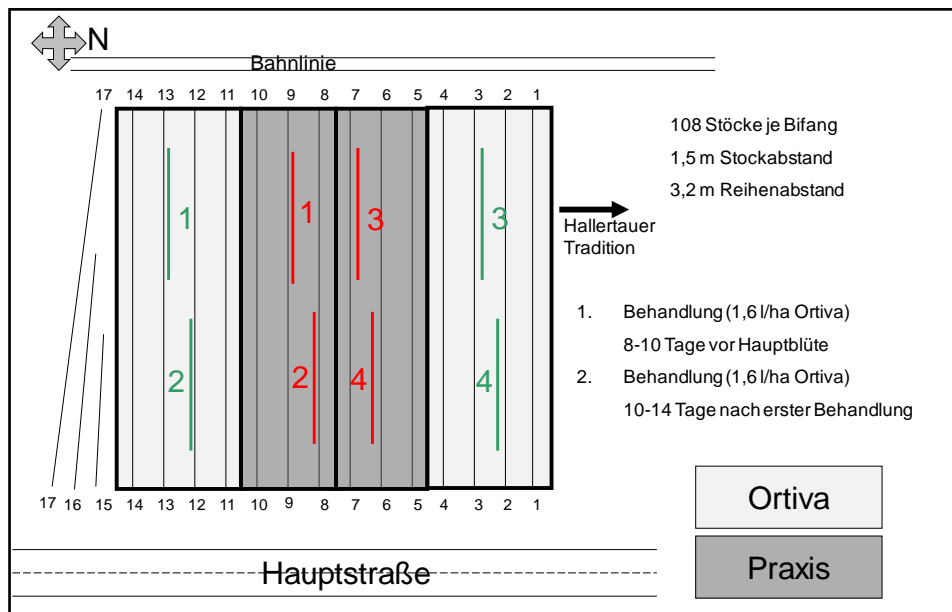


Abb. 5.8: Versuchsstandort Rohrbach

5.5.3 Ergebnisse

Die Parzellen mit den Ortiva Behandlungen zeigten bei den Bestandsbonituren in keinem Versuchsjahr einen „Greening Effekt“. Weder kurz nach der Applikation noch zum Erntetermin war bei den Ortiva Versuchspartzen eine ausgeprägtere Grünfärbung festzustellen. Dagegen konnte bei den Doldenbonituren ein etwas geringerer Befall mit Peronospora, sowie eine positive Nebenwirkung auf Mehltau und Botrytis nachgewiesen werden.

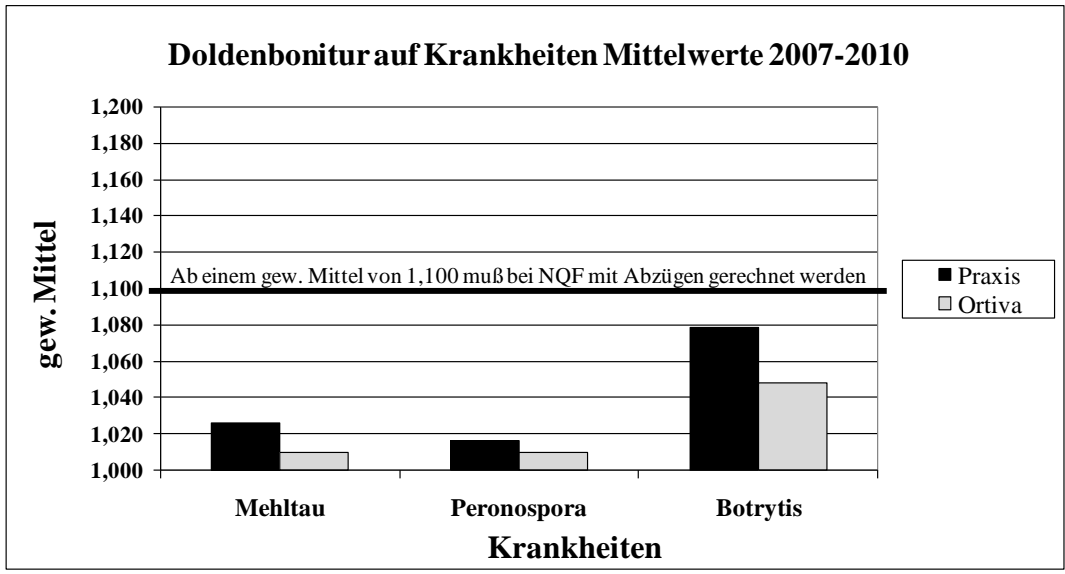


Abb. 5.9: Mittlere Befallsstärke an ca. 500 Dolden (ab einem gewogenen Mittel von 1,100 muss bei der Neutralen Qualitätsfeststellung mit Abzügen gerechnet werden)

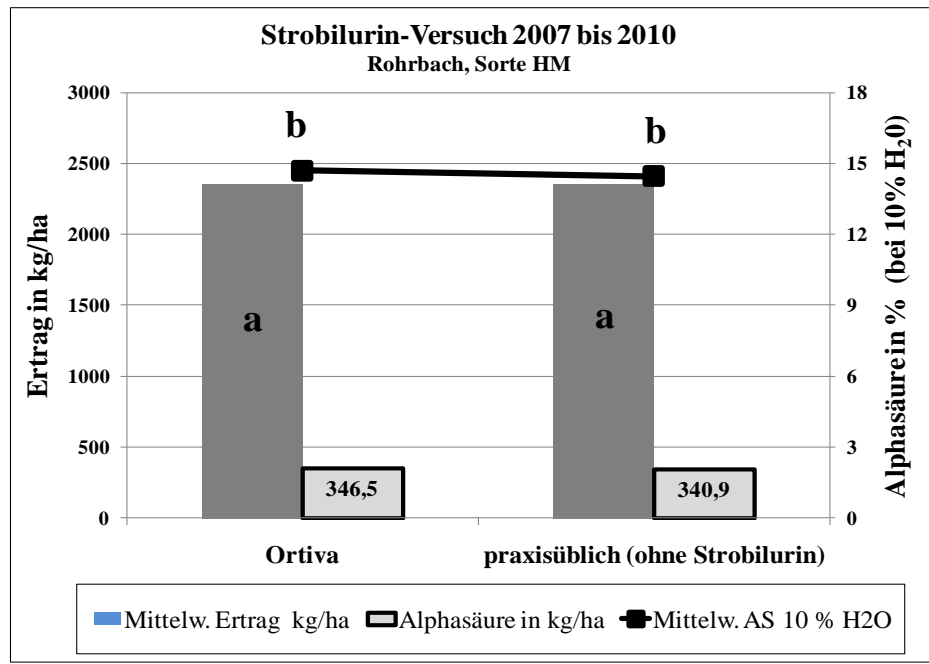


Abb. 5.10: Einfluss von Ortiva auf Ertrag und Alphasäuren

Durch den Einsatz von Ortiva konnten im Durchschnitt der vier Versuchsjahre keine signifikant höheren Mehrerträge erzielt werden. Die geringfügig höheren Alphasäurenwerte bei der Strobilurin Variante sind statistisch nicht absicherbar. Die in anderen Kulturen festgestellte Leistungssteigerung bei Ertrag und Inhaltsstoffen durch den Einsatz von dem Stobilurin Ortiva konnte in der Kultur Hopfen nicht bestätigt werden.

5.6 Einfluss des Blattdüngers „Pentakeep super“ auf den Ertrag und Alphagehalt von Hopfen

Zielsetzung

Der Blattdünger Pentakeep super enthält neben verschiedenen Haupt- und Spurennährstoffen die Verbindung Aminolaevulinsäure, der eine pflanzenstärkende, stresskompensierende und chlorophyllsteigernde Wirkung nachgesagt wird. In anderen Kulturen und auch verschiedenen Versuchen im Hopfen wurde bereits eine Ertrags- und/oder Alphagehaltssteigerung nachgewiesen. Ziel des mehrjährigen Versuchs in der Hallertau war es, die Wirkung des rel. teuren Blattdüngers auf verschiedenen Standorten mit unterschiedlichen Sorten zu untersuchen.

Methode

Getestet wurde der Blattdünger von 2008-2010 in 2 Praxisgärten mit der Aromasorte Perle und der Bitterstoffsorte Hall. Magnum. Die Sprühapplikation mit Pentakeep super erfolgte im Vergleich zur praxisüblichen Bewirtschaftung (Nullparzelle) in 2 Varianten nach den Vorgaben des Herstellers. In der 1. Pentakeepvariante wurde der Blattdünger 6mal mit 0,5 kg/ha in jeweils 1000 l Wasser gespritzt. Alternativ wurde das Präparat 3mal mit steigenden Aufwandmengen (0,5 kg/ha; 1,0 kg/ha und 1,5 kg/ha) und steigenden Wassermengen (1000 l; 2000 l und 3000 l/ha) in Kombination mit den praxisüblichen Pflanzenschutzmaßnahmen ausgebracht.

Ergebnisse

Am Standort Oberulrain (Donaubecken, mildes Klima, schwach lehmiger Sand) mit der Sorte Perle weisen die behandelten Parzellen im Durchschnitt der drei Versuchsjahre einen signifikanten Mehrertrag gegenüber unbehandelt auf. Die Variante 2 (sechs Behandlungen) schneidet sogar besser ab als die Variante 3 (drei Behandlungen). Die Alphasäuregehalte in % unterscheiden sich nicht signifikant.

Am Standort Kirchdorf (Tertiäres Hügelland, rauhe Hangkuppenlage, schluffiger Lehm) mit der Sorte Hallertauer Magnum zeigt die Variante 2 mit sechs Behandlungen einen signifikanten Minderertrag gegenüber unbehandelt. Die Variante 3 mit drei Behandlungen ist im Vergleich zu unbehandelt gleich. Die Alphasäuregehalte in % unterscheiden sich ebenfalls nicht signifikant. Vollständigkeitshalber wurden die Alphasäurerträge in kg/ha errechnet und in den nachfolgenden Grafiken mit abgebildet:

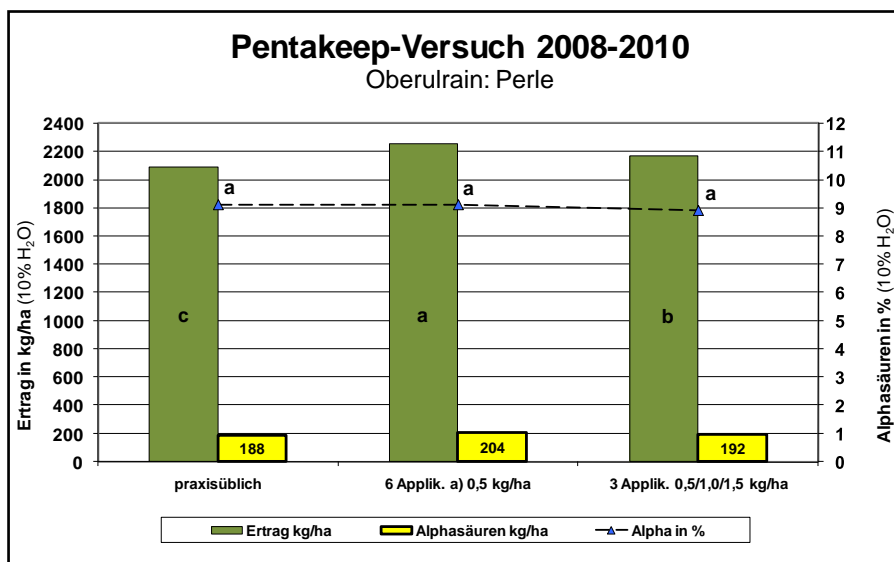


Abb. 5.11: Ertrag, Alphasäuregehalt und Alphasäureertrag pro ha bei Pentakeep-anwendung in der Sorte Perle

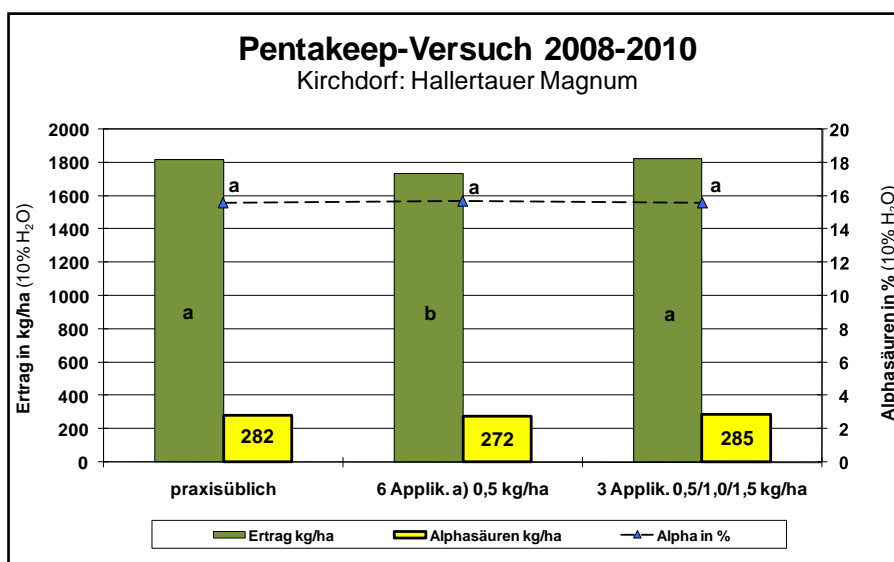


Abb. 5.12: Ertrag, Alphasäuregehalt und Alphasäureertrag pro ha bei Pentakeep-anwendung in der Sorte Hall. Magnum

Die Pentakeepanwendung hat auf einem Versuchstandort (Perle) zu einem signifikanten Mehrertrag (+ 169 kg/ha) und auf dem zweiten Standort (Hall. Magnum) zu einem signifikanten Minderertrag (- 83 kg/ha) bei sechsmaliger Anwendung geführt. Da kein einheitlicher Trend erkennbar ist, scheinen weitere variierende Faktoren (z. B. Standort, Sorte usw.) einen größeren Einfluss auf die Ertragsbildung gehabt zu haben als die Anwendung von Pentakeep. Eine wirtschaftlich sinnvolle Anwendungsempfehlung kann nach Auswertung der Ergebnisse daher nicht ausgesprochen werden, zumal die Kosten für 3 kg Pentakeep super derzeit über 500 € betragen und zusätzliche Ausbringungskosten bei der 6 maligen Anwendung in Höhe von über 100 €/ha (= 3 zusätzliche Arbeitsgänge) zu veranschlagen sind.

5.7 Prüfung einer Kokosschnur als alternativem Aufleitmaterial zum Eisendraht

5.7.1 Ausgangssituation

Aufgrund der Problematik der „Hopfenspikes“ bei der Rückführung von Rebenhäckseln werden seit vielen Jahren alternative Aufleitmaterialien zum konventionellen Eisendraht getestet. Neben der Vermeidung der Drahtstifte sind als weitere Vorteile von nicht eisenhaltigen Aufleitmaterialien die Schonung der Schneidwerkzeuge und die Erhöhung der Lebensdauer der Stacheldrähte zu nennen. Verrottbares Material wäre auch geeignet zur Vergärung von Rebenhäckseln in Biogasanlagen.

Für die Akzeptanz alternativer Aufleitmaterialien spielen neben ökonomischen Aspekten v. a. arbeitswirtschaftliche Gesichtspunkte eine Rolle. Außerdem muss gewährleistet sein, dass die Schnur nicht reißt, durchhängt oder am Übergang vom Boden zur Luft verrottet.

5.7.2 Material und Methoden

In einem Praxishopfungarten (Rohrbach, Sorte HM, lehmiger Sand) wurden am 27. März 2010 50 Kokosschnüre der Firma Bon Terra im Vergleich zu einem 1,3 mm starken Eisendraht aufgehängt. Die Befestigung der Kokosschnur am Stacheldraht erfolgte mittels einfachem Knoten. Anschließend wurden Draht und Kokoszwirn mit einem Treteisen im Bereich des Hopfenstocks verankert. Unterschiede hinsichtlich Arbeitszeitbedarf, Windeverhalten des Hopfens und sonstiger Materialveränderungen wurden festgehalten.

5.7.3 Beobachtungen und Ergebnisse:

Arbeitszeitbedarf beim Aufhängen der Schnüre

Das Befestigen der Kokosschnüre mit einem einfachen Knoten am Stacheldraht ist vom Zeitaufwand mit dem Anbinden des Drahtes vergleichbar, vorausgesetzt die Schnüre sind frei oder hängen lose an der Kanzel. Problematisch gestaltete sich das Handling des voluminösen Materials auf der Hopfenkanzeln, das sich schlecht bevorraten lässt und aufgrund der rauen Oberfläche der Schnüre schwer aus dem Vorratsbündel gleitet. Hierzu war viel Kraft- und Zeitaufwand erforderlich.



Abb. 5.13: Kokosschnur mit einfachem Knoten

Draht einstecken:

Das Einstecken der Kokosschnüre in den Boden erfordert einen etwas höheren Kraftaufwand im Vergleich zum Eisendraht. Ein Einstecken in den Zentralbereich des Stockes ist nur schwer oder kaum möglich. Ein Einstecken von 2 Schnüren mit einem Einstich ist ebenfalls nicht möglich, da beide Schnüre aufgrund ihrer Stärke nicht im Schlitz des Fang- oder Treteisens Platz finden. Der zeitliche Abstand sollte zwischen dem Aufhängen und

dem Einstecken der Schnüre gering sein, sonst besteht die Gefahr, dass das Material bei stärkerem Wind nach oben geschleudert wird und sich im Drahtnetz verfängt.

Hinsichtlich des Arbeitszeitbedarfs kann bei ruhiger Windlage eine Leistung von umgerechnet 200 Schnüren je Stunde erreicht werden, was einem Zeitaufwand von 20 Stunden je ha entspricht. Ein Nachteil der Kokosschnur besteht darin, dass die Schnur im Gegensatz zum Draht nicht nachjustiert werden kann, wenn eine eingesteckte Aufleitung sich lockern sollte.



Abb. 5.14: Im Boden verankerte Kokosschnur

Beobachtungen im Vegetationsverlauf

Die Kokosschnüre haben sich als sehr reißfest erwiesen. Von den 50 Testschnüren konnten keine Fallreben beobachtet werden. Aufgrund der Rauheit der Schnuroberfläche waren keine Unterschiede in der Windefähigkeit des Hopfens im Vergleich zum Eisendraht festzustellen. Weil sich keine Reben lockerten, wurde während der Saison kein Nachdrehen, Nachbinden oder Hochbinden notwendig. Ein Abrutschen oder Durchhängen der Reben wurde ebenfalls nicht beobachtet. Auch die Festigkeit des Materials beim Übergang von Boden zur Luft war gegeben. Es sind keine Schnüre an der Basis verrottet oder abgefaut. Auch die übrigen Pflegearbeiten während der Saison konnten in der „Schnurparzelle“ problemlos durchgeführt werden.



Abb. 5.15: Berankte Kokosschnur



Abb. 5.16: Versuchsgarten: links Kokosschnur, rechts Eisendraht

Beobachtungen zur Ernte:

Die maschinelle Ernte mit Abreißgerät und Ladewagen war vergleichbar gut wie bei der Reihe mit Draht. Ebenso war bei der Pflücke der Reben kein Unterschied festzustellen. Die Schnüre wurden vom Häcksler genauso gut zerkleinert wie die Reben mit Draht.

5.7.4 Diskussion

Als größter Nachteil erwies sich das große Volumen des Materials, das sich schlecht auf der Frontladerkanzel bevorraten lässt und nach dem Anbinden nicht aus dem Bündel gleitet. Hier müsste die Anbindetechnik von anderen Hopfenanbaugebieten, die die Kokosschnur bereits verwenden, übernommen werden.

Hinsichtlich der Reißfestigkeit wurden keine Untersuchungen durchgeführt. Da es keine Fallreben gab, ist zu überprüfen, ob nicht auch eine geringere Materialstärke ausreichend ist. Dies würde das Volumen reduzieren und das alternative Aufleitmaterial verbilligen. Denn bei dem nach Firmenangabe etwa doppeltem Preis zum Eisendraht ist die Kokosschnur auch aus Kostengründen uninteressant.

5.8 Erste Untersuchungen zur Optimierung von Bandtrocknern

Zielsetzung

Bei den Versuchen zur Optimierung der Hopfentrocknung in Hordendarren konnte die Trocknungsleistung deutlich gesteigert und der Energieeinsatz optimiert werden. Erreichbar wird eine Optimierung durch das richtige Verhältnis der Trocknungsparameter aus Trocknungstemperatur, Luftgeschwindigkeit und Schütthöhe bzw. Schüttgewicht. Voraussetzung dafür ist eine Messtechnik, mit welcher die wichtigsten Trocknungsparameter nicht nur erfasst, sondern vor allem graphisch dargestellt werden. Dadurch werden die Trocknungsvorgänge erklärbar und regelbar. Während der Ernte 2010 wurde

begonnen, die Erkenntnisse aus den langjährigen Versuchen in Hordendarren zur Optimierung der Trocknung beim Bandrockner zu nutzen. Dabei sollte durch tägliche Dokumentation wichtiger Trocknungsparameter und der praxisüblichen Einstellungen herausgefunden werden, unter welchen Bedingungen die beste Trocknungsleistung erzielt wird.

Methode

Zur Erfassung des IST-Zustandes wurden alle relevanten Einstellungen und Messwerte in einem Trocknungsprotokoll dokumentiert. Der Bandrockner des Praxisbetriebes hatte 3 übereinander liegende Trocknungsbänder mit je 18 m² Trocknungsfläche. Unterschiedliche Bandgeschwindigkeiten ergaben auf der obersten Lage eine Schütthöhe von 18-20 cm und 20-27 cm auf den unteren beiden Bändern. Die Trocknungstemperatur betrug 65-68 °C beim Eintritt in die untere Trocknungslage. Die Öffnungen der seitlichen Luftzufuhrkanäle wurden so eingestellt, dass die Trocknungstemperatur in der oberen Lage noch 60-62 °C ergab. Über 2 Abluft-Kamine wird die Luft aus dem Bandrockner abgesaugt. Die abgesaugte Luftmenge kann über Klappen von Hand geregelt werden. Nach den bisherigen Erfahrungen des Praktikers werden die besten Trocknungsleistungen erzielt, wenn die relative Feuchte beim 1. Abluft-Kamin maximal 50 % 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 diesen 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 eines Erntetages wurde mehrmals die aktuelle Luftgeschwindigkeit in m/s in Abhängigkeit von Ölverbrauch und Temperaturdifferenz zwischen Trocknungsluft und Ansaugluft ermittelt. Diese Methode der Bestimmung der Luftgeschwindigkeit wurde bereits im Jahresbericht 2007 beschrieben.

Über Transportbänder gelangte der fertig getrocknete Hopfen vom Bandrockner in zwei zur Verfügung stehende Konditionierungskammern. Zeitpunkt und Dauer der Befüllung jeder einzelnen Kammer wurden in einem Trocknungsprotokoll dokumentiert. Der konditionierte Hopfen wurde beim Absacken gewogen. Dadurch konnte die Trocknungsleistung in kg Trockenhopfen/m² Trocknungsfläche und Stunde Trocknungszeit für definierte Trocknungszeitabschnitte bestimmt werden. Durch Zuordnung der ebenfalls in diesem Zeitabschnitt ermittelten Luftgeschwindigkeit konnte eine Relation zwischen Luftgeschwindigkeit und Trocknungsleistung hergestellt werden.

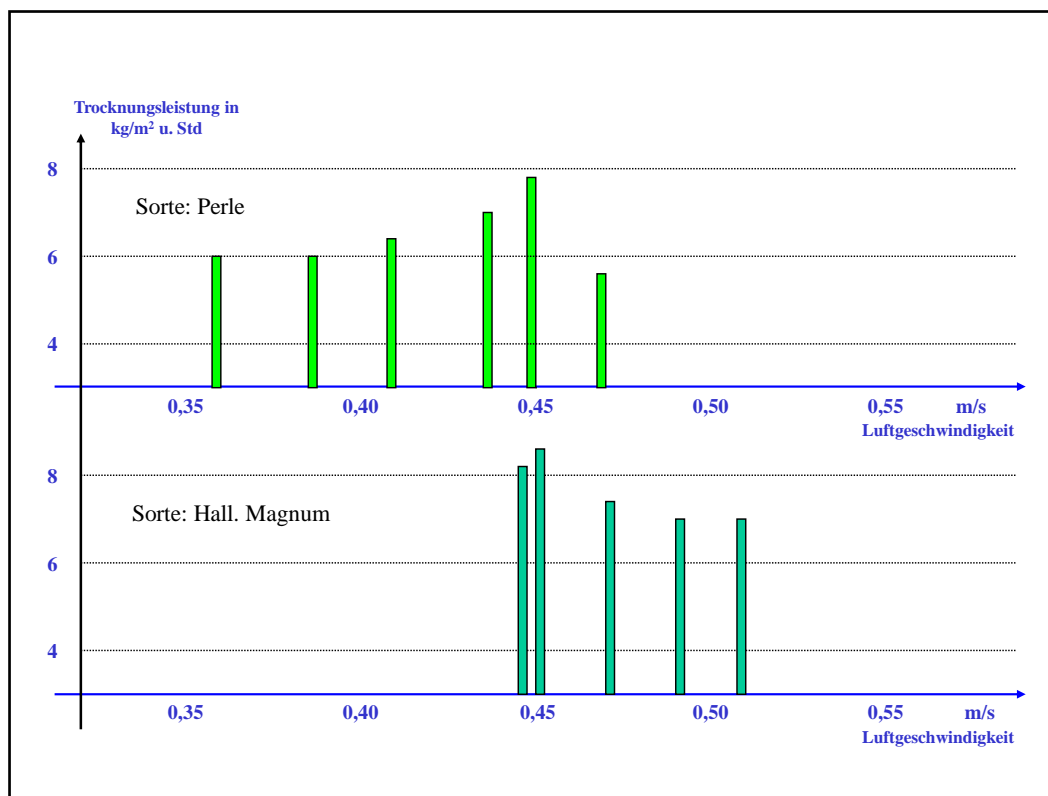


Abb. 5.17: Trocknungsleistung der Sorten Perle und Hall. Magnum in Abhängigkeit von der Luftgeschwindigkeit

Ergebnisse

Im Bandtrockner wurde bei gleicher Schütthöhe und gleichbleibender Einstellung der Ansaugöffnung des Gebläses stets eine unterschiedliche Luftgeschwindigkeit in m/s ermittelt. Begründet ist dies im unterschiedlichen Schüttgewicht des Grünhopfens. Innerhalb einer Sorte ändert sich das Schüttgewicht in Abhängigkeit von Reifezeit, Wachstumsbedingungen und Feuchtegehalt. Zwischen den Sorten bestehen naturgemäß Gewichtsunterschiede.

Obige Graphik zeigt den Einfluss der optimalen Luftgeschwindigkeit auf die Trocknungsleistung. Sowohl bei der Sorte Perle als auch bei der Sorte Hall. Magnum wurden bei einer Luftgeschwindigkeit von 0,45 m/s die höchste Trocknungsleistung erzielt. Interessant ist auch das unterschiedliche Trocknungsverhalten der jeweiligen Sorten. Bei gleicher Schütthöhe ergaben sich bei der Sorte Perle eher niedrigere und bei der Sorte Hall. Magnum zu hohe Luftgeschwindigkeiten. Deshalb könnte beim Bandtrockner allein durch Anpassung der Schütthöhe die Luftgeschwindigkeit so geregelt werden, dass immer die optimale Trocknungsleistung erzielt wird.

5.9 LfL-Projekte im Rahmen der Produktions- und Qualitätsinitiative

Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft beabsichtigt 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 zu lassen. 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 2010 zusammengefasst.

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

„Alpha-Express“

In der Ernte 2010 wurden 604 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 produktionstechnische Fehler oder eine falsche Behandlung des geernteten Hopfens. So wurde auch 2010 wieder ein hoher Anteil angegangener Dolden festgestellt.

Mit der Bonitur auf Krankheiten und Schädlinge und die Einstufung in Befallsklassen können Sortenunterschiede in den Resistenzen abgelesen, regionale Befallsunterschiede aufgezeigt und die Wirksamkeit der eingesetzten Pflanzenschutzmittel beurteilt werden. Die Ergebnisse 2010 brachten im Vergleich zu den Vorjahren sehr geringe Befallswerte, die auf einen geänderten Boniturschlüssel schließen lassen, so dass ein Vergleich mit früheren Jahren nur eingeschränkt möglich ist.

5.9.2 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.

5.9.3 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.

Die vorläufigen Index-Schwellenwerte, die beim Adcon-Model in der Vergangenheit zu häufigeren Spritzaufrufen geführt haben, wurden 2010 angehoben und eine Differenzierung in „vor der Blüte“ und „nach der Blüte“ vorgenommen.

Als Ergebnis aus 2010 kann festgestellt werden, dass die Zahl der Behandlungen nach dem bisherigen Warndienstmodell für anfällige Sorten in der Hallertau am Versuchstandort Aiglsbach deutlich geringer war, als die Bekämpfung nach dem Adcon-Modell trotz der Anhebung des Index-Schwellenwertes. Am Standort Hirnkirchen dagegen hat das Adcon-Modell im niederschlagsreichen Monat Mai nicht reagiert, obwohl die Infektionsgefahr sehr groß war.

Nach der Ernte wurden Doldenmuster von den Vergleichsparzellen der Exaktversuchstandorte auf Peronosporabefall untersucht. In Speikern (Hersbruck) wurde bei der anfälligen Sorte Hersbrucker Spät in der Adcon-Parzelle ein sichtbar höherer Anteil peronosporakranker Dolden festgestellt als in der LfL-Parzelle!

5.10 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:

5.10.1 Informationen in schriftlicher Form

- Das „Grüne Heft“ Hopfen 2010 – 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 2445 Stück von der LfL an die ÄELF und Forschungseinrichtungen und vom Hopfenring Hallertau an die Hopfenpflanzer verteilt.
- Über das Ringfax des Hopfenringes (2010: 56 Faxe à 1035 Teilnehmer) wurden in 34 Faxen aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstaufrufe an die Hopfenpflanzer verschickt.
- Für das Wetterfax des Deutschen Wetterdienstes (DWD) wurden ebenfalls in unregelmäßigen Abständen aktuelle Informationen zur Verfügung gestellt.
- Im Rahmen der N_{\min} -Bodenuntersuchung wurden 3610 Ergebnisse auf Plausibilität kontrolliert und zum Versand an die Hopfenpflanzer freigegeben.
- In 2 Erzeugerring-Rundschreiben des Hopfenringes, in 8 Monatsausgaben der Hopfen Rundschau und in der Hopfenrundschau International wurden Beratungshinweise und Fachbeiträge für die Hopfenpflanzer veröffentlicht.
- Mit dem Erfassungs- und Auswertungsprogramm HSK wurden für die Ernte 2010 in 3 Arbeitskreisen von 345 Schlägen Schlagkarteiauswertungen durchgeführt und in schriftlicher Form an die Landwirte zurückgegeben.

5.10.2 Internet und Intranet

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

5.10.3 Telefonberatung Ansagedienste

- Der Peronospora-Warndienst wurde in der Zeit vom 11.05.-01.09.2010 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 77 Mal aktualisiert.
- Der Ansagedienst für Hopfenbauhinweise über den Anrufbeantworter in Wolnzach wurde 2010 eingestellt, da das umfangreiche Fax- und Internetangebot inzwischen flächendeckend genutzt werden kann.
- Zu Spezialfragen des Hopfenbaus erteilten die Fachberater der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik in ca. 3.000 Fällen telefonische Auskunft oder führten Beratungen in Einzelgesprächen oder vor Ort durch.

5.10.4 Vorträge, Tagungen, Führungen, Schulungen und Versammlungen

- 7 Schulungen für die Ringbetreuer des Verbundpartners Hopfenring
- wöchentlicher Erfahrungsaustausch während der Vegetationszeit mit den Ringfachberatern
- 9 Hopfenbauversammlungen in Zusammenarbeit mit den ÄELF
- 56 Fachvorträge
- Posterausstellung am Informationstag „Hopfentrocknung“ in Wolnzach und auf der HopFA im Rahmen des Gallimarktes in Mainburg
- 21 Versuchsführungen für die Hopfenpflanzer und die Hopfenwirtschaft
- 14 Tagungen, Fachveranstaltungen oder Seminare

5.10.5 Aus- und Fortbildung

- Themenstellung und Prüfung von 3 Arbeitsprojekten im Rahmen der Meisterprüfung
- 6 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 in 2 Landkreisen
- 6 Treffen des Arbeitskreises „Unternehmensführung Hopfen“

6 Pflanzenschutz im Hopfen

LLD Bernhard Engelhard, Dipl. Ing. agr.

6.1 Schädlinge und Krankheiten des Hopfens

6.1.1 Blattlaus

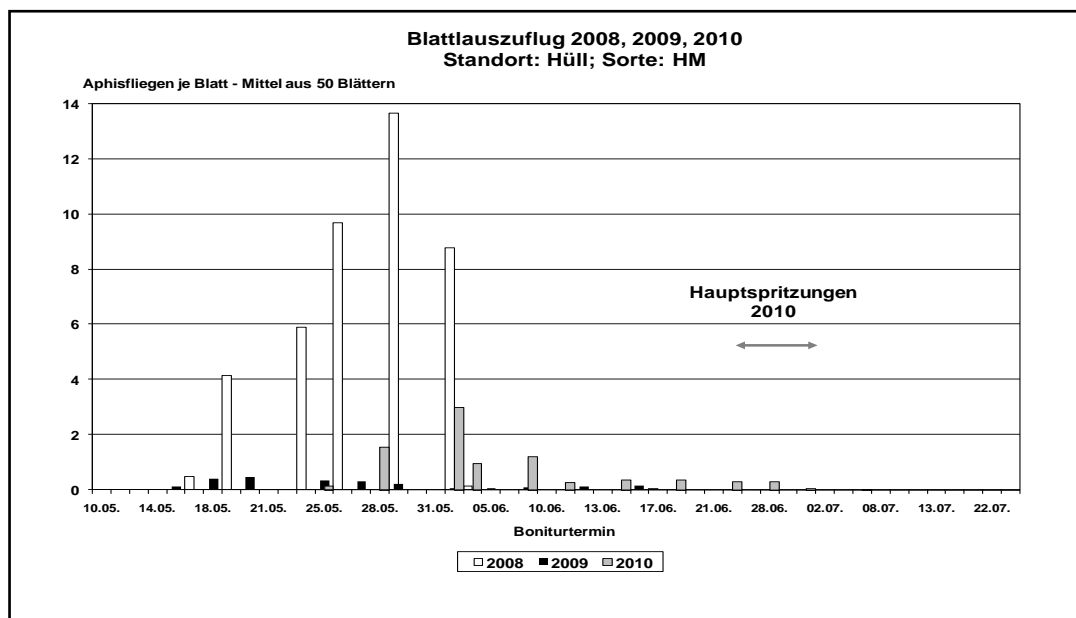


Abb. 6.1: Blattlauszuflug

Ein immer größeres Problem wird der Erdflohbefall unmittelbar nach dem Austrieb bis zum Anleiten.

Insgesamt gab es wenige Probleme mit Hopfenblattlaus und Gemeiner Spinnmilbe. In vielen Fällen wurde gegen die Hopfenblattlaus eine sog. Sicherheits-spritzung ausgebracht, um jedes Risiko zu vermeiden.

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

Datum	Blattläuse pro Blatt			Spinnmilben pro Blatt		
	Ø	min.	max.	Ø	min.	max.
25.05.	0,16	0,00	0,88	0,01	0,00	0,13
31.05.	1,71	0,00	16,70	0,01	0,00	0,23
07.06.	4,98	0,02	46,50	0,02	0,00	0,90
14.06.	11,60	0,00*	70,60	0,90	0,00	10,30
21.06.	14,60	0,04*	70,40	1,30	0,00	17,30
28.06.	26,60	0,00*	71,40	1,10	0,00	13,70
05.07.	9,00	0,00	88,90	1,10*	0,00**	18,30
12.07.	1,00	0,00	4,66	0,20	0,00	3,40
	Hauptspritztermine 02. - 09.07. * Sorte SE			Hauptspritztermine 02. - 09.07. *an 7 Standorten Bekämpfungsschwelle überschritten ** 19 Standorte		

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	
13	08.04.	xxx				
17	07.05.	xxx				
19	20.05.	x				
20	25.05.	x	x			
21	27.05.			x		anfällige
23	02.06.	xxx Eng.				
24	04.06.					alle
25	07.06.			x		
27	16.06.	xx				
	09.-28.06.	x	„Bubiköpfe“ Hinweis im Perowarndienst			
28	21.06.	xx				alle
30	29.06.	x	x			
37	30.07.		Hinweis auf ansteigende Zoosporangien			
38	02.08.			x		
40	10.08.		x			anfällige
41	17.08.			x		
43	24.08.			x		
46	01.09.				x	
Anzahl Spritzaufrufe			3 + 5	5	+1	2 + 2

6.2 Schnellkäfer-Monitoring in Hopfengärten der Hallertau mit Pheromonfallen

Problem und Zielsetzung

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 Schäden am Hopfen verursacht, insbesondere bei Jungpflanzen. So wurde 2010 auch das Insektizid 'Actara' (Wirkstoff Thiamethoxam) mit zeitlich befristeter Notgenehmigung nach §11 PflSchG im Frühjahr zur Drahtwurm-Bekämpfung im Hopfen eingesetzt. 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 wie der rezent in Deutschland eingewanderte und sich derzeit ausbreitende *Agriotes sordidus* besitzen jedoch deutlich kürzere Entwicklungszeiten, was bei sinnvollen Bekämpfungsmaßnahmen natürlich Berücksichtigung finden müsste. 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, das auf Initiative von DPG/JKI (AK Getreideschädlinge), der Syngenta Agro GmbH und der Universität Göttingen entstanden war, im Jahr 2010 auch in der Hallertau erstmals mit dem Monitoring von Schnellkäfern begonnen.

Methoden

Es wurden zwei Standorte ausgewählt, die hinsichtlich ihrer Höhenlage möglichst an beiden Enden des Spektrums in der Hallertau lagen, um an möglichst unterschiedlichen Standorten auch kleinklimatische Einflüsse von Beginn an mit zu erfassen. Ein Standort (Oberulrain, Lkr. Kelheim, Bodenart Sand) lag auf der Niederterrasse des Donautales auf



370 m ü.NN, der zweite (Rudertshausen, Lkr. Freising, Bodenart sandig-schluffiger Lehm) im Tertiären Hügelland auf 510-520 m ü.NN. An jedem Standort wurden fünf Pheromonfallen (Abb. 6.2), die jeweils mit unterschiedlichen, mehr oder weniger artspezifischen Lockstoffen bestückt wurden, im Abstand von etwa 50 m am Rand des Hopfengartens aufgestellt. Die Fallen wurden erstmals am 16. April 2010 aufgestellt und von da an im wöchentlichen Rhythmus bis zum 30. Juli 16 Wochen lang jeden Freitag geleert. Die Pheromondispenser in den Fallen wurden jeweils nach fünf bzw. sechs Wochen erneuert (21. Mai, 25. Juni). Die Bestimmung der gefangenen Käfer erfolgte i.d.R. gleich nach Leerung mit Standardliteratur (Freude, Harde & Lohse Bd. 6, 1979, Bd. 13, 1992).

Abb. 6.2: Pheromonfalle zum Fang von Schnellkäfern. Rudertshausen, Lkr. Freising, 23.04.2010

Ergebnisse und Diskussion

Insgesamt wurden in den zehn Fallen in 16 Wochen 565 Schnellkäfer-Imagines gefangen und identifiziert (Oberulrain: 347 Käfer, Rudertshausen: 218 Käfer). Der Gesamtfang verteilte sich auf insgesamt 13 Arten, von denen die sechs *Agriotes*-Arten als landwirtschaftliche Schädlinge mit unterschiedlichem Schadpotential gelten (Tab. 6.3). Dominante Arten waren an beiden Standorten Saatschnellkäfer *A. lineatus*, Düsterer Humusschnellkäfer *A. obscurus* und Garten-Humusschnellkäfer *A. sputator*, wobei in Oberulrain *A. lineatus* (55 %) und in Rudertshausen *A. obscurus* (60 %) dominierte (Tab. 6.3). Diese drei Arten waren in den Fallen von Ende April bis Mitte Juli auch regelmäßig zu finden. Die lediglich 12 Individuen des ebenfalls stark schädigenden *A. ustulatus* wurden an beiden Standorten nur am 9. und 16. Juli gefangen.

Insgesamt war der Fang in den Fallen unerwartet artenreich, wobei mit *A. lineatus* und *A. obscurus* die 'gängigen' Schnellkäfer-Arten auch die dominanten waren. Als erfreulich ist zu werten, dass der thermophile *A. sordidus*, der als gefährlicher Schädling sich in Mitteleuropa derzeit aus Süden entlang der großen Ströme (z. B. Rheingraben) ausbreitet, die Hallertau offensichtlich noch nicht erreicht hat. Auch das nur geringe, zeitlich eng begrenzte Auftreten von *A. ustulatus* ist als positiv zu werten. Es muss allerdings berücksichtigt werden, dass die Fänge von Imagines in den Pheromonfallen nur einen Hinweis darauf geben, welche Arten tatsächlich als Drahtwürmer im Hopfen schädlich auftreten,

da die erwachsenen Käfer genauso gut von anderen Flächen wie z. B. Grünland oder anderen Kulturen im Umgriff der Hopfengärten stammen können.

Tab. 6.3: Relatives Auftreten von Schnellkäfer-Arten (Elateridae) in Pheromonfallen in zwei Hopfengärten der Hallertau im Jahr 2010

		Oberulrain (n=347)	Rudertshausen (n=218)	Schad- potential
<i>Adrastus pallens</i>	Zwergschnellkäfer	0,6 %		
<i>Agriotes acuminatus</i>			6,9 %	!
<i>Agriotes gallicus</i>		1,2 %	3,7 %	!
<i>Agriotes lineatus</i>	Saatschnellkäfer	55,0 %	12,4 %	!!!
<i>Agriotes obscurus</i>	Düsterer Humusschnellkäfer	21,9 %	60,1 %	!!!
<i>Agriotes sputator</i>	Garten-Humusschnellkäfer	18,4 %	11,5 %	!!
<i>Agriotes ustulatus</i>	Rauchiger Schnellkäfer	0,6 %	4,6 %	!!!
<i>Agrypnus murina</i>		0,6 %		
<i>Athous subfuscus</i>	Bräunlicher Schnellkäfer		0,5 %	
<i>Cidnopus aeruginosus</i>		0,6 %		
<i>Dalopius marginatus</i>	Gestreifter Forstchnellkäfer	0,8 %		
<i>Ectinus aterrimus</i>	Wald-Humusschnellkäfer	0,2 %		
<i>Limonius aeneoniger</i>			0,5 %	

6.3 Forschungsprojekt "Nachhaltige Optimierung der Bekämpfung von Blattläusen (*Phorodon humuli*) im Hopfen (*Humulus lupulus*) durch Bekämpfungsschwellen und Züchtung Blattlaus-toleranter Hopfensorten"

Zielsetzung

Der wichtigste Schädling im Hopfenbau ist die Hopfenblattlaus *Phorodon humuli*. Mangels wissenschaftlich fundierter Versuchsergebnisse besteht seit Jahrzehnten die präventive Forderung, dass zum Zeitpunkt der Doldenausbildung der Hopfen blattlausfrei sein muss, damit Ertrag und Qualität nicht beeinträchtigt werden. Da zu diesem Zeitpunkt in der Regel immer noch einzelne Blattläuse gefunden werden, werden meist Insektizide ausgebracht, obwohl es in einem Teil der Fälle wahrscheinlich nicht notwendig gewesen wäre. Zu diesem Themenkomplex gibt es bisher keine mehrjährigen Versuchsergebnisse und keine Publikationen.

Im ersten und umfangreicheren Teil des Projektes sollte überprüft werden, ob und wenn ja, unter welchen Voraussetzungen (z. B. Sorte, Wachstumsstadium, Zeit bis zur Ernte) eine bestimmte Anzahl Blattläuse pro Blatt bzw. Dolde geduldet werden kann, ohne dass zum Erntezeitpunkt die Dolden qualitativ und quantitativ negativ beeinflusst werden.

Methoden

Versuchsaufbau: Alle Versuche wurden im Freiland in praxisüblich bewirtschafteten Hopfengärten von 27 Hopfenbaubetrieben durchgeführt. Die einzelnen Hopfengärten wurden aus vier Sorten ausgewählt: Den Aromasorten Hallertauer Tradition (HT) und Spalter Select (SE) sowie den Hochalpha-Sorten Hallertauer Magnum (HM) und Herkules (HS).

Insgesamt sollten von jeder Sorte 15 Gärten pro Jahr als Versuchsflächen bearbeitet werden. In jedem der 60 ursprünglichen Versuchsgärten wurden vom Rand des Gartens weg hintereinander drei Parzellen von je ca. 400 m² Größe (6 Bifänge breit, ca. 20 Stöcke lang) festgelegt. Die erste sollte überhaupt nicht mit einem Insektizid behandelt werden (P0), in der zweiten sollte nur ein Insektizideinsatz vor der Ausdoldung erfolgen (P1) und die dritte sollte wie der Restgarten praxisüblich behandelt werden (P2).

Bonituren: Nach dem Beginn des Blattlauszufluges wurde dann jeder Versuchsgarten in einem zweiwöchigen Turnus angefahren und dort der Blattbefall in allen Parzellen ermittelt. Bis zum Beginn der Ernteperiode wurde jeder Versuchsgarten sieben Mal bonitiert. Ab Beginn der Ausdoldung Ende Juli wurde bei den letzten Boniturdurchgängen aus jeder Versuchsparzelle jedes Gartens eine Mischprobe von 100 Hopfendolden per Hand gepflückt. Die Doldenproben wurden im Institut sofort in je einen Trichter einer modifizierten Berlese-Apparatur geleert, wo alle in den Dolden sitzenden Arthropoden ausgetrieben wurden und über die Trichter in eine Fangflasche mit Alkohol gelangten. Die etikettierte Fangflasche wurde dann vom Trichter abgeschraubt und die darin getöteten Arthropoden später bestimmt und gezählt.

Versuchsernten: In jeweils drei Gärten jeder Sorte wurde eine groß angelegte Versuchsernte durchgeführt, bei der die Erträge der einzelnen Parzellen - durch vierfache Wiederholung statistisch absicherbar - miteinander verglichen wurden. Auf die gleiche Weise wurden bei jeder Parzelle die Gehalte an Alpha-Säuren im Labor bestimmt (NIR- oder Konduktometerwert-Technik). Zusätzlich wurden 2008 aus Mischproben jeder beernteten Parzelle die Gehalte an Gesamtölen mittels Gaschromatographie bestimmt und jedes Jahr die wichtigsten Bitterstoffe (u.a. Xanthohumol) mittels UHPLC bestimmt.

	2008		2009		2010		
	Ertrag	Alpha	Ertrag	Alpha	Ertrag	Alpha	
HT	=	=	-	=	=	=	- signifikantes Minus in der unbehandelten Kontrolle
	=	=	-	-	=	=	
	=	=	=	=	=	+	
SE	=	=	=	=	=	=	= kein signifikanter Unterschied
	=	=	=	=	=	=	
	+	=	=	=	=	=	
HM	=	=	-	=	=	=	+ signifikantes Minus in der Praxis-Parzelle
	=	=	-	=	=	=	
	=	=	-	-	=	=	
HS	=	=	-	-	=	=	
	=	=	-	-	=	=	
	+	=	-	=	=	=	

Abb. 6.3: Ertrag und Alpha-Säuregehalt bei 36 Versuchsernten in den Jahren 2008-2010 in vier Hopfensorten (HT: Hallertauer Tradition, SE: Spalter Select, HM: Hallertauer Magnum, HS: Herkules): Vergleich des Einflusses von Blattlausbefall und Insektizidbehandlung (ANOVA, $p \leq 0,05$) zwischen einer Kontrollparzelle ohne Insektizideinsatz und der praxisüblichen Behandlung des Gartens.

2008				2009				2010			
HM	HS	HT	SE	HM	HS	HT	SE	HM	HS	HT	SE
je 14/15 Gärten				je 15 Gärten				je 14/15 Gärten			
20 / 0	50 / 0			75 / 10	100 / 0	60 / 0		20 / 0	20 / 0	20 / 0	
20 / 0	20 / 0			60 / 0	75 / 10	50 / 0					
20 / 0				50 / 0	75 / 0	50 / 0					
				40 / 10	75 / 0	40 / 0					
				40 / 0	25 / 0						
				40 / 0	25 / 0						
				40 / 0							
				25 / 0							
				25 / 0							
3 / 0	2 / 0	0 / 0	0 / 0	9 / 2	6 / 1	4 / 0	0 / 0	1 / 0	1 / 0	1 / 0	0 / 0

75 / 10 Entschädigungszahlung [% eines Totalschadens] in der Kontrollparzelle (P0) / der einmal behandelten Parzelle (P1)
 Keine Entschädigungszahlung im gesamten Garten

Abb. 6.4: Entschädigungszahlungen in den Jahren 2008-2010 für je 28 oder 30 Versuchspartzen in Gärten von vier Hopfensorten (HT: Hallertauer Tradition, SE: Spalter Select, HM: Hallertauer Magnum, HS: Herkules). Erster Wert: Kontrollparzelle ohne Insektizideinsatz, zweiter Wert: Versuchspartze mit nur einmaligem Insektizideinsatz.

Ergebnisse

Generell litt das gesamte Projekt darunter, dass von den drei Versuchsjahren nur 2009 auswertbare Ergebnisse erzielt werden konnten, da 2008 der anfangs hohe Blattlausbefall der Versuchspartzen schnell komplett zusammenbrach und 2010 praktisch überhaupt kein Befall zu verzeichnen war. Dies spiegelte sich auch in den Ergebnissen der Versuchsernten in diesen drei Jahren (Abb. 6.3) bzw. den Entschädigungszahlungen an die Landwirte für Einbußen in den Versuchspartzen (Abb. 6.4) wider. Für eine gesicherte Aussage zu einer konkreten neuen Bekämpfungsschwelle ist das Datenmaterial daher noch ungenügend und soll 2011 mit deutlich geringerem Bonituraufwand durch weitere Versuchsernten ergänzt werden. Die bisher erarbeiteten Daten gestatten jedoch folgende Ergebnisse in Schlagzeilen:

- Ein standardmäßiger, alljährlicher Insektizideinsatz zur Blattlausbekämpfung auf allen Hopfenflächen ist aus fachlicher wie wirtschaftlicher Sicht unnötig bzw. bedenklich. Die Entscheidung über eine Insektizidbehandlung sollte jedes Jahr aufs Neue getroffen werden und Sortenunterschiede dabei berücksichtigt werden.
- Selbst starker Blattlausbefall früh in der Saison (Juni) nach massiertem Zuflug bedeutet nicht zwangsläufig, dass es zur Ernte zu Ertrags- oder Qualitätseinbußen kommt, da gerade diese frühen Gradationen meist sehr schnell auf natürliche Weise durch Nützlinge und entomopathogene Pilze reguliert werden. Eine sofortige chemische Bekämpfung sollte allerdings dann erfolgen, wenn sich junge Blätter durch den Befall einzudrehen beginnen und ein Wachstumsstillstand droht, insbesondere bei der Sorte 'Perle'.
- Im Gegensatz dazu sind Blattlausjahre, die durch einen verzettelten Zuflug über mehrere (ca. 6-10) Wochen auf niedrigem Niveau charakterisiert sind, eher als gefährlich einzustufen. Die kontinuierlich niedrigen Blattlauszahlen sind nicht attraktiv für Präda-

toren und eine in solchen Jahren häufig zu früh gesetzte Insektizidbehandlung vor dem Ende des Blattlauszufluges ist praktisch sinnlos. Die wenigen Blattläuse wandern zudem zeitig in die Dolden ab und fallen bei Blattkontrollen kaum mehr auf, so dass es in diesen Jahren leicht zu einer Spätverlausung der Dolden kommen kann, die dann nicht nur ein hygienisches Problem darstellt, sondern auch zu signifikanten Verlusten bei Ertrag und Alpha-Säuren führt.

- Einer Blattlausbehandlung mit nur ungenügender Wirksamkeit (mögliche Gründe: Mittelwahl, Behandlungszeitpunkt, Wetterbedingungen während der Behandlung) sollte schnellstmöglich eine zweite Spritzung folgen, da der Effekt der ungenügenden Behandlung zur Ernte gleich Null ist (Abb. 6.4).
- Der prophylaktische, unnötige Einsatz eines Insektizids oder Akarizids als Bestandteil einer Tankmischung mit vier oder fünf Mischpartnern (sog. 'Juli-Spritzung') kann zu signifikanten Einbußen über 10 % bei Ertrag und Alpha-Säuren führen (Abb. 6.4).
- Generell sind Blatt- und Doldenbefall durch Blattläuse nicht gut miteinander korreliert. Schlechetterphasen mit niedrigen Temperaturen während der Ausdoldung führen zu einer sehr schnellen Besiedelung der Dolden.
- Aroma-Sorten sind generell wesentlich weniger blattlausanfällig als Hochalpha-Sorten. Bei der blattlaustoleranten Sorte Spalter Select ist eine Insektizidbehandlung zur Blattlausbekämpfung grundsätzlich unnötig (Abb. 6.4).

Tab. 6.4: Zwei Beispiele für die komplette Auswertung eines Versuchsgartens in einem Projektjahr mit allen Bonituren und Versuchsernte. Eschenhart 2008 (links) war ein Fall, bei dem unnötiger Insektizideinsatz zu signifikanten Ertragsverlusten von 13 % geführt hat. Engelbrechtsmünster 2008 (rechts) ist ein Beispiel für zwei sinnvolle Insektizidbehandlungen bei ungenügender Wirksamkeit der ersten Spritzung. Insektizideinsätze: i = Imidacloprid, f = Flonicamid.

Eschenhart 2008, Sorte: SE				Engelbrechtsmünster 2008, Sorte: HM			
Blattbefall	P0	P1	P2	Blattbefall	P0	P1	P2
30.05.	24,3	23,3	23,8	02.06.	49,2	52,8	51,0
13.06.	56,0	0,3	0,5 ⁱ	11.06.	46,6	27,8	37,2 ⁱ
27.06.	20,3	0,3	0,5 ^f	24.06.	173,0	5,5	5,5 ⁱ
09.07.	2,8	0,0	0,0	08.07.	113,3	7,0	7,0 ^f
24.07.	1,5	0,0	0,0	21.07.	2,3	1,5	0,0
04.08.	0,9	0,1	0,0	05.08.	3,9	2,2	0,0
21.08.	0,2	0,0	0,0	19.08.	4,6	4,1	0,0
12.09.	0,0	0,0	0,0	09.09.	30,5	25,4	0,2
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]				Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
04.08.	0	1	0	05.08.	102	82	0
21.08.	0	2	1	19.08.	203	37	1
12.09. (Ernte)	7	14	7	09.09. (Ernte)	952	1402	12
Doldenbefall [%]	0,0	0,0	0,0	Doldenbefall [%]	81,7	85,0	7,0
Gewogenes Mittel	1,000	1,000	1,000	Gewogenes Mittel	2,352	2,392	1,081
Ertrag [dt/ha]	24,21	23,69	20,97	Ertrag [dt/ha]	22,95	21,63	24,69
Alpha [%] (NIR)	5,81	6,28	5,73	Alpha [%] (KW)	15,30	14,64	15,52
Alpha/ha [kg]	140,7	148,7	120,1	Alpha/ha [kg]	351,0	316,4	383,2
Alpha [%] (UHPLC)	3,83	4,99	4,77	Alpha [%] (UHPLC)	13,68	13,24	14,37
Beta [%]	4,04	5,08	5,60	Beta [%]	6,05	6,25	6,94
Beta/Alpha	1,05	1,02	1,17	Beta/Alpha	0,44	0,47	0,48
Cohumulon [%]	21,86	21,12	21,50	Cohumulon [%]	25,24	25,45	25,43
Xanthohumol [%]	0,35	0,41	0,41	Xanthohumol [%]	0,40	0,42	0,43
Linalool	91	110	100	Linalool	10	9	8
Humulen	172	185	185	Humulen	280	283	282
Myrcen	9236	10368	6261	Myrcen	8660	8002	7582
Farnesen	87	102	65				

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.

Der Hopfen hat drei Gruppen von wertgebenden Inhaltsstoffen. Dies sind in der Reihenfolge ihrer Bedeutung die Bitterstoffe, die ätherischen Öle und die Polyphenole. Die Bitterstoffe bestehen aus den α - und β -Säuren, wobei der α -Säuregehalt mit Abstand der wichtigste wirtschaftliche Qualitätsparameter des Hopfens ist, da er ein Maß für das Bitterpotential darstellt. Die α -Säuren geben dem Bier die typische Hopfenbittere, sorgen für dessen biologische Stabilität und auch für eine gute Schaumstabilität. Die β -Säuren sind wegen ihrer antimikrobiellen Eigenschaften für alternative Anwendungen des Hopfens interessant, z. B. als Konservierungsmittel in der Lebensmittelindustrie oder bei der Zucker- und Ethanolherstellung. Die ätherischen Öle sind für den Geruch und das Aroma verantwortlich. Ihre beruhigende Wirkung kann in der Medizin genutzt werden. Über die positiven Wirkungen von Polyphenolen für die Gesundheit gibt es eine Vielzahl von Veröffentlichungen, da Polyphenole antioxidative Fähigkeiten besitzen und freie Radikale einfangen können. Hopfen ist eine sehr polyphenolreiche Pflanze. Insbesondere Xanthohumol erlangte in den letzten Jahren wegen seines großen antikanzerogenen Potentials viel öffentliche Aufmerksamkeit, wobei aber nach neuesten Studien dessen Bioverfügbarkeit im menschlichen Organismus nicht besonders gut ist. Die Substanz 8-Prenylnaringenin, die im Hopfen in Spuren vorkommt, gilt als eines der stärksten Phytoöstrogene und verleiht dem Hopfen eine leicht 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

95 % der produzierten Hopfenmenge finden in der Brauindustrie Verwendung und die Brauindustrie wird auch in Zukunft der mit Abstand größte Abnehmer für Hopfen sein. Bezüglich der Hopfung gibt es bei den Brauereien zwei extrem unterschiedliche Philosophien. Die eine ist, möglichst billig α -Säuren zu bekommen, wobei die Sorten und Anbaugebiete keine Rolle spielen. Die andere ist die Pflege der Biervielfalt mit verschiedenen Hopfengaben und Produkten. 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 an die Zusammensetzung der Hopfeninhaltsstoffe unterliegen basierend auf neueren wissenschaftlichen Erkenntnissen durchaus auch Änderungen. Man ist sich aber einig, dass Hopfensorten mit möglichst hohem α -Säuregehalt und α -Säurenstabilität in Bezug auf Jahrgangsschwankungen gezüchtet werden sollen. Der niedrige Cohumulonanteil als Qualitätspara-

meter spielt keine so große Rolle mehr. Für sogenannte Downstream-Produkte und Produkte für Beyond Brewing sind sogar Hochalphasorten mit hohem Cohumulongehalt erwünscht.

Die Rolle der ätherischen Öle beim Bierbrauen ist eine unendliche Geschichte. Die ätherischen Öle des Hopfens bestehen aus etwa 300 verschiedenen Substanzen. Der Geruchs- und Aromaeindruck, und das gilt nicht nur für Hopfen, muss als ganzheitliche Eigenschaft angesehen werden. Manche Substanzen verstärken sich in ihrer Wahrnehmung und andere heben sich auf. Das richtige Verhältnis der Substanzen zueinander ist entscheidend. Es ist aber notwendig, Leitsubstanzen zu definieren, um die Aromaqualität auch analytisch beschreiben zu können. Myrcen gilt als Indikator für ein eher schlechtes harziges Aroma und Linalool für ein angenehmes blumiges Aroma. Es sollen Aromasorten mit unterschiedlichen Spektren von Hopfenölen gezüchtet werden, um eine Produktvielfalt zu gewährleisten. Für das Hopfenaroma haben Leitsubstanzen wie Linalool, Humulen, Caryophyllen und Myrcen Bedeutung. Besonders in der Craft Brewers Szene wünscht man sich Hopfensorten, die durch ihr Aroma klar abgrenzbar sind. Auch exotische Aromen wie Mandarine, Melone, Mango oder Johannisbeere sind gefragt.

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

Lediglich 5 % der Hopfenernte werden für alternative Anwendungen genutzt (Abb. 7.1).

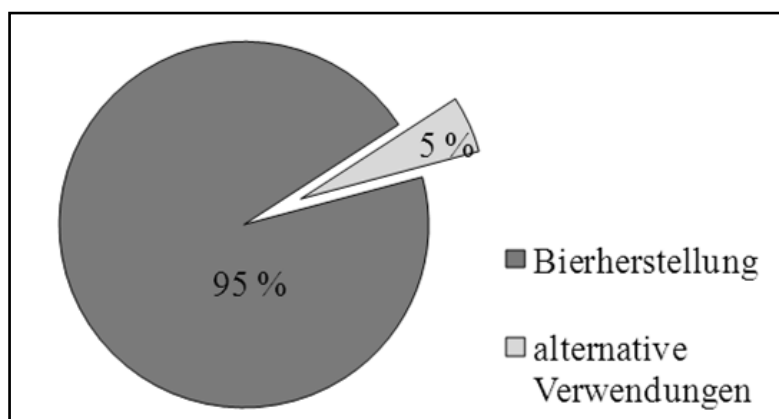


Abb. 7.1: Nutzung von Hopfen

Im Prinzip können sowohl die Hopfendolden als auch die Restpflanze verwendet werden. Die Hopfenschäben, darunter versteht man die holzigen Kernröhren der Reben, sind mechanisch stabil und haben gute isolierende Eigenschaften. Sie können als Fasern für Formteile wie z. B. Kfz-Türverkleidungen oder als Füllstoffe für thermisch isolierende Verbundplatten 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- α -Säuren, α -Säuren und β -Säuren. Sie zerstören den pH-Gradienten an den Zellmembranen von Bakterien. Die Bakterien können dann keine Nährstoffe mehr aufnehmen und sterben ab. Die Iso- α -Säuren im Bier schützen sogar vor

dem Magenkrebs auslösenden „*Helicobacter pylori*“. 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 β -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 Anwendungsbereiche ist in der Zukunft sicher ein größerer Bedarf an Hopfen vorstellbar. Daher ist es ein Zuchtziel in Hüll, den β -Säuregehalt zu erhöhen. Momentan liegt der Rekord bei einem Gehalt um etwa 20 %. Es gibt sogar einen Zuchtstamm, der nur β -Säuren produziert und keine α -Säuren.

Hopfen ist auch für den Bereich Gesundheit, Wellness, Nahrungsergänzungsmittel und Functional Food interessant, da er eine Vielzahl polyphenolischer Substanzen besitzt. Mit einem Polyphenolgehalt 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, haben jedoch sehr starke positive physiologische Wirkungen. Die Substanz Quercetin hat ein sehr starkes antioxidatives Potenzial und ist im Hopfen in einer Größenordnung von bis zu 0,2 % enthalten. Auch diese Substanz wird für die Gesundheit sehr positiv bewertet. Aromahopfen haben in der Regel einen höheren Polyphenolgehalt als Bitterhopfen. Wenn bestimmte Inhaltsstoffe erwünscht werden, kann Hüll jederzeit reagieren und die Züchtung in Zusammenarbeit mit der Analytik auf diese gewünschten Stoffe selektieren.

7.3 Entwicklung von Analysemethoden für die Hopfenpolyphenole

Etwa 80 % der Hopfenpolyphenole setzen sich aus höher molekularen Verbindungen, wie den Catechingerbstoffen und den Tanninen (Gerbsäuren) zusammen. Ca. 20 % der Hopfenpolyphenole bestehen aus monomeren Substanzen wie den phenolischen Carbonsäuren sowie den Flavonoiden und deren Glykosiden (Tab. 7.1).

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

Substanzen und Substanzgruppen	Konzentrationen
Phenolische Carbonsäuren	
1) Benzoessäure-Derivate	< 0,01 %
2) Zimtsäure-Derivate	0,01 – 0,03 %
Flavonoide	
3) Quercetinglykoside	0,05 – 0,23 %
4) Kämpferolglykoside	0,02 – 0,24 %
5) Catechine und Epicatechine	0,03 – 0,30 %
6) Proanthocyanidine	0,20 – 1,30 %
7) Xanthohumol	0,20 – 1,20 %
Höher molekulare Substanzen	
8) Catechingerbstoffe und Tannine	2,00 – 7,00 %

Die Polyphenole erlangen sowohl für die Brauindustrie als auch für alternative Anwendungen immer mehr Bedeutung. Es gibt jedoch noch keine offiziellen Analysemethoden für diese Stoffgruppe, deshalb hat es sich die Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA) zur Aufgabe gemacht, zuverlässige und standardisierte Analysemethoden zu entwickeln.

7.3.1 Gesamtpolyphenole und Gesamtflavonoide

Für die Bestimmung von Gesamtpolyphenol- und Flavanoidgehalt in Bier gibt es die EBC-Analysemethoden 9.11 und 9.12. Bei Hopfen wird zunächst ein Heißwasserextrakt hergestellt und dann wird analog zu den Methoden 9.11 und 9.12 verfahren. Die Tab. 7.2 zeigt die statistischen Daten des letzten internationalen Ringversuchs, bei dem insgesamt 16 Laboratorien teilgenommen haben.

Tab. 7.2: Statistische Daten zum Ringversuch Gesamtpolyphenole und -flavonoide

Probe	Mittelwert	Vkr	VkR	Anzahl der Laboratorien
Pellet 1/Gesamtpolyphenole	2,64	2,46	15,61	16
Pellet 2/Gesamtpolyphenole	5,31	2,60	10,91	16
Pellet 3/Gesamtpolyphenole	5,71	3,17	15,16	16
Pellet 4/Gesamtpolyphenole	3,45	3,18	20,85	16
Pellet 1/Flavanoide	0,34	2,78	10,22	16
Pellet 2/Flavanoide	0,88	2,42	8,87	16
Pellet 3/Flavanoide	1,03	2,32	9,12	16
Pellet 4/Flavanoide	0,53	4,18	11,37	16

Die Variationskoeffizienten innerhalb der Laboratorien (Vkr) sind durchaus nicht schlecht, aber die Gesamtvariationskoeffizienten (VkR) sind besonders bei den Gesamtpolyphenolen mit bis zu 20,85 % sehr hoch. Bei den Gesamtflavanoiden sind die VkR gerade noch akzeptierbar. Der VkR soll für eine gute Analysemethode nicht höher als 5 % sein. Diese Methoden müssen noch verbessert werden, damit sie als offizielle Methoden angenommen werden.

7.3.2 Differenzierung des Welthopfensortiments mit Hilfe der niedermolekularen Polyphenole

Dieses Projekt wird vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten mit 20.000,- € unterstützt.

I. McMurrough und C. F. Sumere (Lit.1,2) waren die ersten, die niedermolekulare Polyphenole des Hopfens mit HPLC analysierten und grundlegende Arbeiten über diese Substanzgruppe durchführten.

Seit Mitte des Jahres 2008 ist in Hüll ein neues UHPLC-System verfügbar. Mit diesem System sind sowohl bessere Trennungen als auch kürzere Analysenzeiten möglich. Der erste Arbeitsschwerpunkt war die Ausarbeitung einer geeigneten Probenvorbereitung und einer optimalen HPLC-Trennung. Zur Probenvorbereitung wird der Hopfen mit einem Aceton Wassergemisch (3:1) extrahiert und dann die polaren Substanzen durch Aus-

schütteln mit Hexan entfernt. Als Trennsäule hat sich die Säule EC 125/2 NUCLEODUR Sphinx RP, 3 µm von Macherey und Nagel als sehr günstig erwiesen. Für die UHPLC-Analyse wird folgendes Gradientenprogramm gefahren:

Eluent A: 100 ml Methanol, 3 ml H₃PO₄ auf 1 l mit Wasser auffüllen

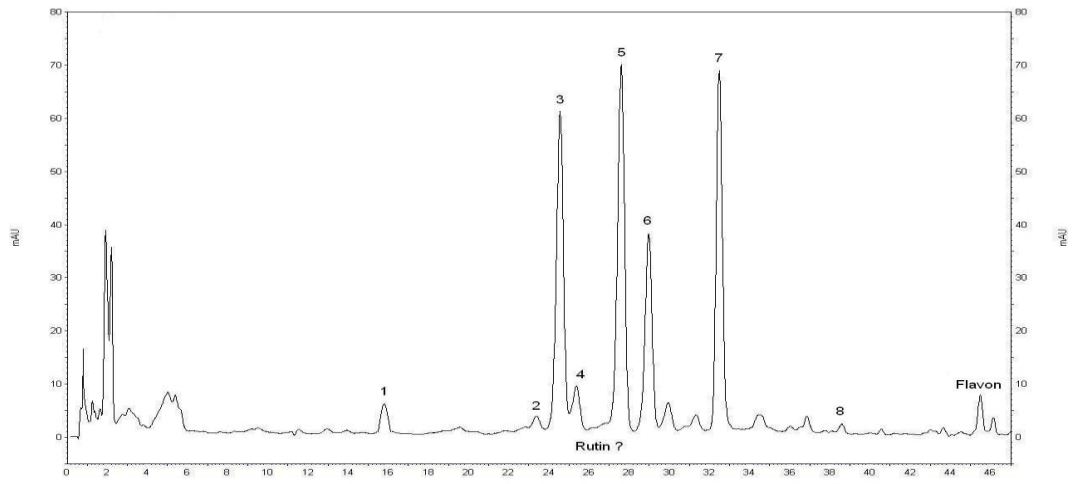
Eluent B: 700 ml Methanol, 3 ml H₃PO₄ auf 1 l mit Wasser auffüllen

Eluent C: Methanol

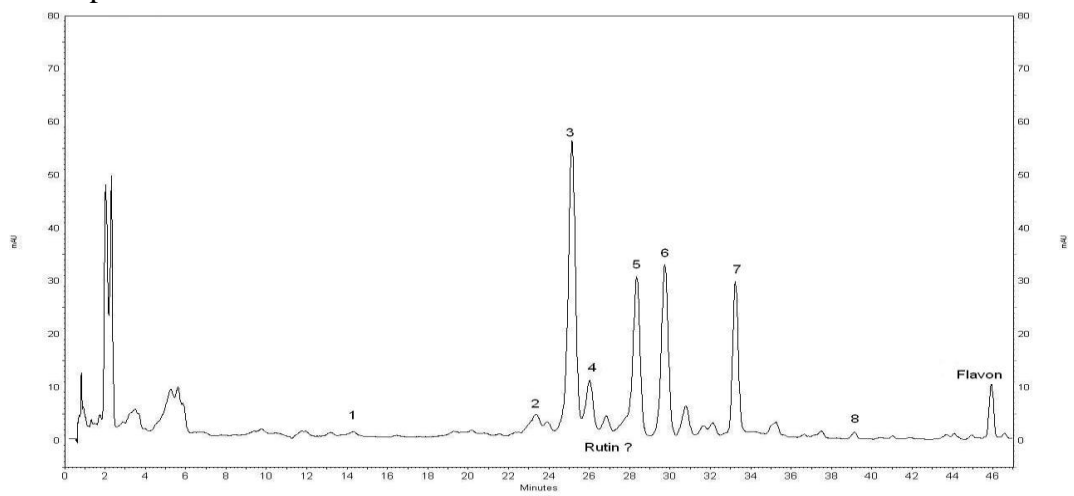
Gradient:	Detektionswellenlängen:
0 Min.: 100 % A	Benzoessäure-Derivate: 250 nm
5 Min.: 100 % A	Zimtsäure-Derivate: 280 nm
30 Min.: 70 % A, 30 % B	Catechine: 280 nm
55 Min.: 10 % A, 90 % B	Quercetin-,
56 Min.: 100 % C	Kämpferolglykoside: 350 nm
60 Min.: 100 % C	Multifidolglukosid: 280 nm
61 Min.: 100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

Zur Sortenunterscheidung sind vor allem die Quercetin- und Kämpferolglykoside geeignet, die anderen phenolischen Komponenten sind weniger sortenspezifisch ausgeprägt. Die Abbildung 7.2 zeigt drei typische HPLC-Chromatogramme unterschiedlicher Sorten.

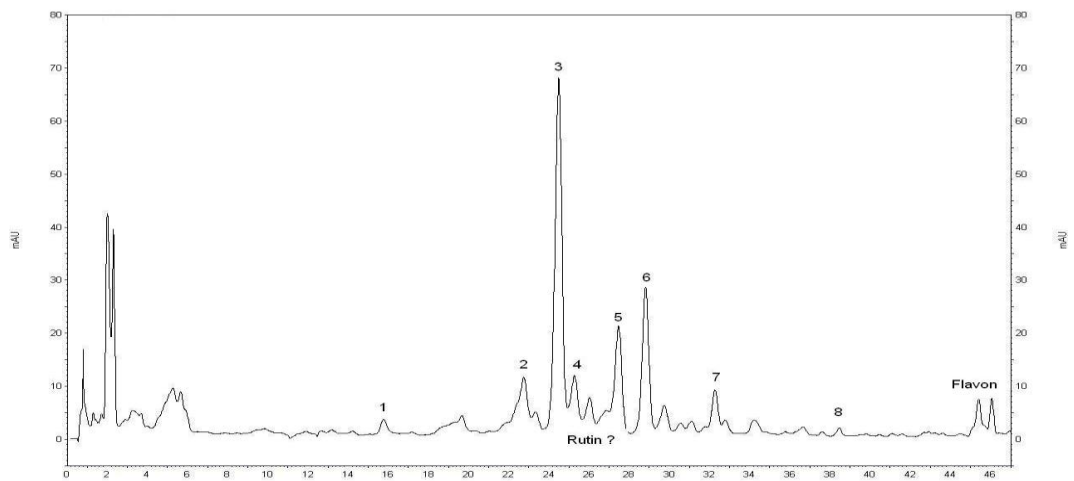
Lit.: 1) McMurrough I., Hennigan, G., P., Loughrey, J.: "Quantitative Analysis of Hop Flavonols Using High Performance Liquid Chromatography", J. Agric. Food Chem. 1982, 10, 1102-1106 2) Van Sumere, C., F., Vande Castele, K., Hutsebaut, M., Everaert, E., De Cooman, L., Meulemans, W.: "RP-HPLC Analysis of Flavanoids and the Biochemical Identification of Hop Cultivars", EBC-Monograph XIII, 146-175, 1987



Opal



Hersbrucker



Herkules

Abb. 7.2: HPLC-Chromatogramme der Flavonidglykoside von Opal, Hersbrucker Spät und Herkules

Die Substanz Flavon (Abb. 7.3) 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.

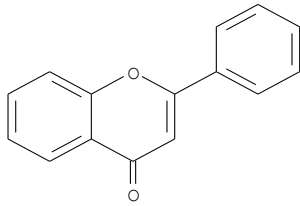


Abb. 7.3: Chemische Struktur von Flavon

Mit Hilfe von Referenzsubstanzen können vier Substanzen eindeutig bestimmt werden (siehe Abb. 7.2). 1 = Multifidolglukosid, 2 = Quercetin-3-galaktosid (Hyperosid), 3 = Quercetin-3-Glukosid (Isoquercit(r)in), 6 = Kämpferol-3-glukosid (Astragalin). Die anderen Substanzen sollen an der TUM in Weihenstephan mit einem Massenspektrometer aufgeklärt werden. Die Substanz Multifidolglukosid hat ihren Namen nach der tropischen Pflanze *Jatropha multifida*, deren Hauptinhaltsstoff sie ist. Multifidolglukosid besitzt entzündungshemmende Eigenschaften und ist deshalb pharmakologisch interessant. In einer Veröffentlichung von G. Bohr (Lit. 3) wurde Multifidolglukosid zum erstmalig als Inhaltsstoff von Hopfen (bis zu 0,5 %) beschrieben (Abb. 7.4).

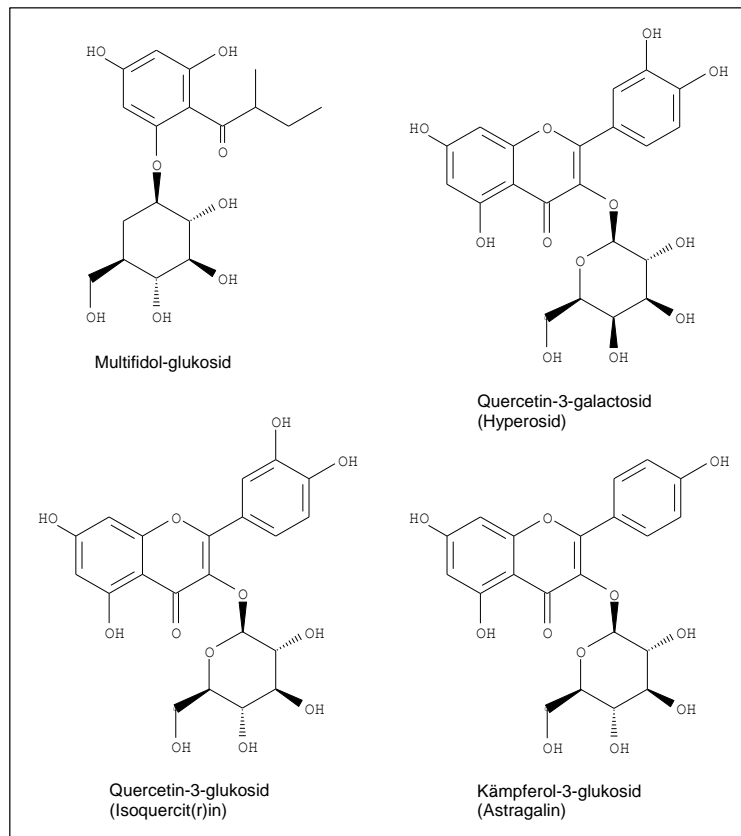
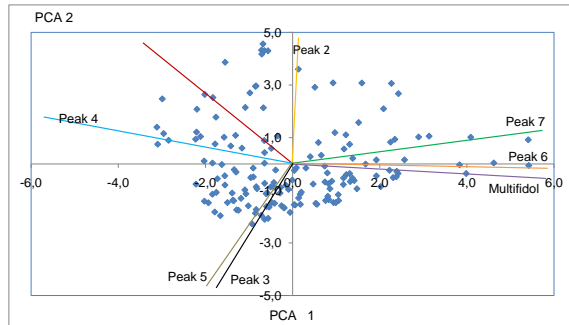


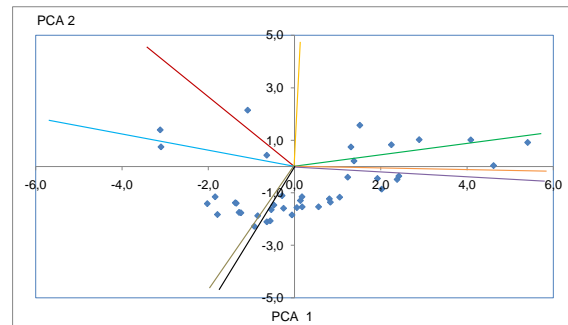
Abb. 7.4: Chemische Strukturen von Multifidolglukosid und anderen Flavonoidglykosiden des Hopfens

Lit.: 3) Bohr, G., Gerhäuser, Cl., Knauff, J., Zapp, J., Becker, H.: „Anti-inflammatory Acylphoroglucinol Derivatives from Hops (*Humulus lupulus*)“, *J. Nat. Prod.* 2005, 68, 1545-1548

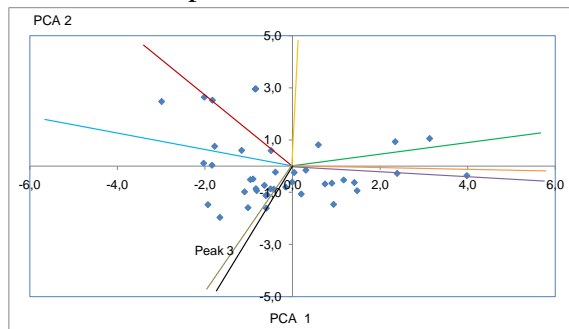
Mit dieser Methode wurde das ganze in Hüll angebaute Welthopfensortiment (Erntejahr 2009, siehe Punkt 7.4) analysiert. Viele Sorten, vor allem die Landsorten, unterscheiden sich nur sehr gering, aber einige Sorten sind in ihrer Flavonoidzusammensetzung doch sehr unterschiedlich. Mit den bezeichneten acht Substanzen (= Peaks) wurde vom ganzen Welthopfensortiment eine Hauptkomponentenanalyse berechnet (Abb. 7.5). Die eingezeichneten Linien zeigen den Beitrag der einzelnen Merkmale zur Hauptkomponentenanalyse.



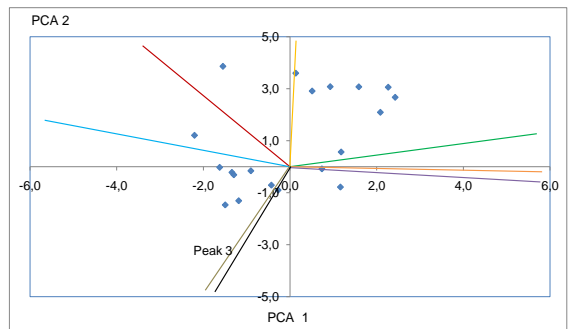
Gesamtwelthopfensortiment



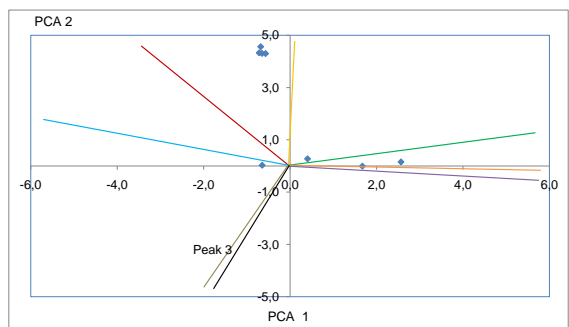
Deutschland



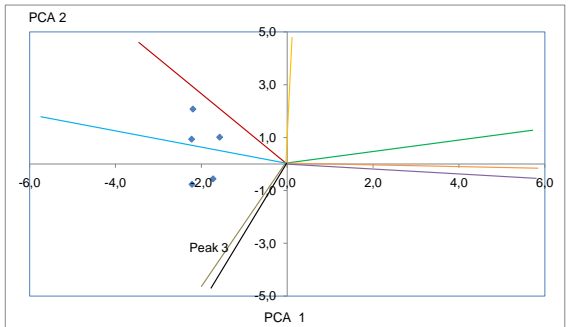
England



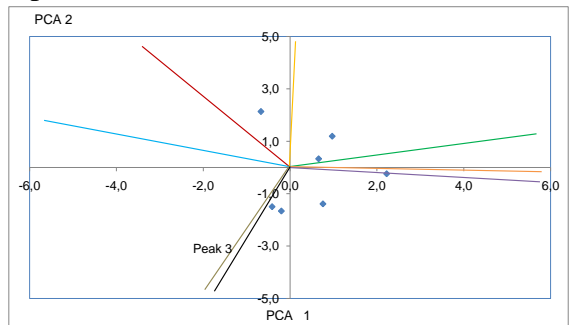
USA



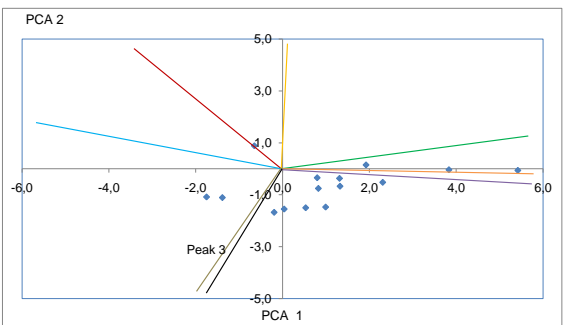
Japan



Neuseeland



Slowenien



Tschechien

Abb. 7.5: Hauptkomponentenanalyse der Flavonoidglykoside des Welthopfensortiments (unterteilt in Länder).

Aus der Abbildung sind Ähnlichkeiten und Unterschiede schön erkennbar. Es ist keine Gruppenbildung zu beobachten, auch nicht nach Ländern. In das Untersuchungsprogramm sollen auch noch die Erntejahre 2010 und 2011 aufgenommen werden.

7.4 Welthopfensortiment (Ernte 2009)

Dieses Untersuchungsprogramm wird jedes Jahr durchgeführt. Ziel ist die Bestimmung der qualitäts- und sortenspezifischen Inhaltsstoffe der verfügbaren in- und ausländischen Hopfensorten bei Anbau unter den Standortbedingungen in Hüll. Die Tab. 7.3 zeigt die Ergebnisse des Erntejahres 2009. Sie kann als Hilfsmittel dienen, um unbekannte Hopfensorten einem bestimmten Sortentyp zuzuordnen. Die Ölanalysen wurden mit der Headspace Gaschromatographie ausgeführt. Die einzelnen Ölkomponenten sind relativ zu β -Caryophyllen angegeben.

Tab. 7.3: Welthopfensortiment 2009

Sorte	Myrcen	2-M.-iso-butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	γ -Muu-rolen	β -Seli-nen	α -Seli-nen	Cadin-nen	Selinadien	Geran-ol	α -Säuren	β -Säuren	β/α	Cohu-mulon	Colu-pulon
Agnus	4607	62	1	6	8	1	3	123	0	3	5	5	12	0	0	11,2	6,2	0,55	36,2	59,7
Ahil	6188	345	20	5	16	4	7	170	84	6	9	8	13	0	1	9,8	4,1	0,42	29,0	57,4
Alliance	1007	52	1	2	15	0	5	274	7	3	4	3	17	0	1	6,1	3,3	0,54	29,0	54,0
Alpharoma	2503	232	25	12	14	0	8	277	17	9	4	2	17	0	2	9,1	2,8	0,31	26,5	59,7
Apolon	4112	36	21	8	23	0	4	192	52	5	6	4	14	0	2	7,1	4,6	0,65	29,2	50,3
Aquila	3882	65	3	105	25	18	11	18	0	7	63	73	11	78	2	5,4	4,0	0,74	49,4	71,8
Aromat	1724	15	1	4	25	0	11	301	19	8	9	5	21	3	2	5,2	4,7	0,90	27,2	48,2
Atlas	4011	372	15	6	17	2	3	158	58	5	7	5	12	0	2	8,0	4,2	0,53	33,5	58,3
Aurora	5987	89	3	43	36	0	15	254	38	6	3	2	14	0	1	10,2	4,6	0,45	21,3	48,3
Backa	1965	245	3	9	19	0	5	252	18	4	4	3	19	0	2	9,0	4,9	0,54	40,3	63,3
Belgisch Spalter	1832	72	1	7	15	3	4	160	0	4	26	28	15	44	1	6,0	4,2	0,70	26,3	48,2
Blisk	4873	216	21	7	25	0	3	197	86	7	7	6	15	0	1	8,8	4,4	0,50	31,9	54,4
Bobek	11821	169	11	118	54	0	13	236	52	5	5	3	14	0	2	7,6	6,3	0,83	24,7	46,7
Bor	3516	71	2	48	9	0	5	291	0	3	4	3	16	0	1	12,0	5,5	0,46	24,4	49,4
Bramling Cross	1418	109	9	5	34	0	9	273	0	8	8	4	22	4	3	5,0	4,3	0,86	33,8	50,6
Braustern	2572	78	2	36	7	0	4	241	0	3	3	2	15	0	1	10,2	5,8	0,57	26,0	47,8
Brewers Gold	1973	185	11	11	12	0	2	151	0	4	8	8	13	0	1	7,9	5,1	0,65	35,4	54,0
Brewers Stand	14654	496	34	38	48	17	16	57	0	28	74	75	94	99	3	8,6	4,5	0,52	25,4	49,4
Buket	4199	189	3	77	28	0	11	231	23	4	4	2	17	0	1	10,3	6,2	0,60	25,1	46,6
Bullion	2263	127	11	19	11	0	2	131	0	3	8	8	13	0	1	8,4	5,5	0,65	37,9	54,8
Cascade	4312	243	32	9	31	0	8	229	13	9	18	17	27	0	3	6,7	6,6	0,99	27,9	42,6
Chang bei 1	1532	6	3	3	36	0	13	226	11	9	21	21	19	25	2	4,9	4,3	0,88	22,5	43,5
Chang bei 2	1616	29	2	3	33	0	14	235	11	13	22	22	18	24	2	4,7	4,9	1,04	23,1	41,5
College Cluster	697	132	14	9	7	0	4	144	0	4	7	7	11	0	1	7,1	2,8	0,39	26,8	51,1

Fortsetzung Tabelle 7.3

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	γ -Mucrolen	β -Selinen	α -Selinen	Cadinen	Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/α	Columulon	Columulon
Columbus	4659	111	10	13	9	0	2	134	0	9	10	9	32	9	0	15,2	5,0	0,33	34,8	57,5
Comet	2250	61	5	35	11	0	3	7	0	2	36	44	4	10	0	8,8	4,4	0,50	31,3	52,8
Crystal	982	30	2	7	27	15	9	194	0	8	38	38	20	51	2	2,7	6,2	2,30	22,4	39,5
Density	1212	100	8	5	34	0	11	286	0	7	6	2	18	0	4	5,4	3,9	0,72	34,0	52,3
Early Choice	1283	66	2	13	5	0	4	250	0	4	54	63	17	0	1	3,9	2,2	0,56	26,5	50,2
Eastwell Golding	1371	33	1	6	12	0	5	289	0	4	5	4	16	0	1	7,0	4,7	0,67	25,9	48,7
Emerald	1570	43	4	14	7	1	4	297	0	3	4	3	16	0	1	6,1	7,2	1,18	26,0	42,7
Eroica	4209	331	21	105	5	3	4	138	0	5	10	11	12	0	1	11,1	9,2	0,83	40,5	63,4
Estera	1939	95	2	5	23	0	6	273	14	4	3	2	18	0	1	5,2	3,9	0,75	28,1	50,7
First Gold	7068	380	3	21	27	3	10	254	13	5	96	121	20	0	1	9,8	4,0	0,41	28,3	56,3
Fuggle	2106	110	1	6	16	0	5	255	17	3	3	2	16	0	1	4,5	3,1	0,69	28,5	49,5
Galena	5584	401	36	134	6	8	7	163	0	4	9	8	12	0	1	14,1	10,2	0,72	40,9	64,5
Ging Dao Do Hua	2164	468	3	4	22	0	10	249	0	13	36	37	32	0	3	6,2	3,9	0,63	36,1	59,6
Glacier	2738	38	2	4	21	0	8	282	0	5	4	2	18	0	0	3,4	5,7	1,68	13,4	38,6
Golden Star	1880	580	4	4	21	0	8	256	0	17	46	45	40	0	4	5,5	3,2	0,58	35,8	61,7
Granit	1674	72	5	8	6	2	10	188	4	3	8	8	13	0	1	8,3	4,9	0,59	28,7	48,7
Green Bullet	6707	173	14	17	30	0	11	375	0	13	7	4	26	0	7	7,4	4,7	0,64	42,3	69,0
Hallertauer Gold	2041	78	22	6	28	0	6	299	0	4	4	2	19	0	1	6,9	6,4	0,93	21,2	41,7
Hallertauer Magnum	5778	89	28	22	8	2	4	282	0	2	2	2	13	0	1	16,5	6,4	0,39	28,0	48,8
Hallertauer Merkur	3727	166	14	7	21	2	4	283	0	3	4	3	15	0	1	16,2	7,4	0,46	20,4	42,0
Hallertauer Mfr.	580	32	2	1	15	0	6	307	0	5	4	4	19	0	1	3,7	4,2	1,14	19,3	39,2
Hallertauer Taurus	12791	85	15	24	44	0	8	245	0	4	58	67	17	0	1	17,0	5,9	0,35	20,2	41,4
Hallertauer Tradition	1926	76	6	4	26	0	5	295	0	6	3	2	16	0	1	5,4	4,5	0,83	24,5	47,2
Harmony	2784	17	2	10	24	0	8	247	0	7	72	80	19	0	1	7,7	6,8	0,88	17,8	38,6
Herald	8456	456	5	134	14	3	13	186	0	3	22	27	14	0	1	12,4	5,4	0,44	38,0	60,8
Herkules	7107	278	48	64	12	0	6	278	0	9	3	2	15	0	2	17,0	5,7	0,34	33,0	54,4

Fortsetzung Tabelle 7.3

Sorte	Myrcen	2-M.-iso-butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	γ -Mucrolen	β -Selinen	α -Selinen	Cadinen	Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/α	Cohumulon	Colupulon
Hersbrucker Pure	2567	48	1	8	32	10	12	195	0	6	29	33	17	48	2	6,0	3,4	0,57	23,5	44,9
Hersbrucker Spät	1436	19	4	13	31	19	10	170	0	6	41	43	17	47	1	2,3	5,8	2,52	16,7	34,2
Horizon	4233	133	4	26	24	0	5	123	9	3	9	10	9	0	1	11,2	6,1	0,54	29,5	50,1
Hüller Anfang	349	47	1	10	16	0	7	332	0	7	4	3	22	0	1	3,1	4,1	1,32	20,9	44,1
Hüller Aroma	877	65	4	2	26	0	7	317	0	5	5	4	21	0	1	4,5	5,2	1,16	22,6	42,9
Hüller Bitter	5041	185	34	7	39	8	6	154	0	21	49	49	67	54	2	6,6	5,3	0,80	27,7	46,7
Hüller Fortschritt	670	18	1	11	23	0	8	325	0	7	4	3	21	0	1	3,9	4,4	1,13	28,0	46,4
Hüller Start	351	14	1	2	7	1	7	337	0	5	5	3	21	0	1	2,9	3,5	1,21	23,3	45,6
Jap. C 730	583	18	9	30	20	0	11	140	12	17	12	11	13	0	3	4,3	2,3	0,53	29,6	58,5
Jap. C 845	1346	8	3	17	4	0	2	266	24	5	3	2	15	0	0	11,7	4,8	0,41	22,1	47,8
Kirin 1	1409	427	3	4	16	0	7	250	0	13	37	37	36	0	3	5,9	3,8	0,64	40,3	62,4
Kirin 2	2117	553	4	4	17	0	8	221	0	15	46	47	38	0	3	6,0	3,4	0,57	37,4	64,3
Kitamidori	1411	8	3	19	4	0	3	278	19	4	3	3	17	0	1	12,8	5,1	0,40	20,6	45,9
Kumir	3463	87	3	22	19	0	7	274	12	3	3	2	15	0	1	12,2	4,9	0,40	25,3	51,1
Late Cluster	21089	480	32	57	47	9	15	44	9	23	73	76	100	88	2	9,7	5,9	0,61	26,3	47,6
Lubelski	1080	2	3	4	17	0	12	317	18	8	4	2	19	0	2	5,0	5,4	1,08	25,0	44,8
Malling	2149	82	2	5	24	0	5	255	15	4	4	2	17	0	1	4,8	3,7	0,77	28,1	48,2
Marynka	4201	199	3	34	9	5	6	146	97	5	7	7	11	0	1	10,7	5,2	0,49	26,4	48,8
Mt. Hood	331	44	13	2	15	0	4	254	0	4	6	5	24	0	1	4,0	5,4	1,35	26,4	41,6
Neoplanta	1752	94	2	21	5	0	3	191	18	3	3	2	16	0	1	9,5	3,9	0,41	32,5	65,7
Neptun	3299	132	28	6	15	0	3	204	0	2	4	3	16	0	0	14,3	4,9	0,34	21,1	40,7
Northern Brewer	3267	85	2	49	7	0	4	244	0	3	3	2	17	0	1	9,6	5,0	0,52	26,1	48,9
Nugget	2925	92	3	21	16	1	3	162	0	3	6	5	10	0	1	12,3	4,6	0,37	26,7	53,3
NZ Hallertauer	2603	132	2	13	26	0	5	154	7	4	18	19	15	25	2	4,9	7,5	1,53	36,6	47,7
Olympic	3627	112	3	25	16	0	4	157	0	3	8	8	9	0	0	15,1	4,6	0,30	26,9	55,1
Opal	4730	30	13	28	29	2	7	213	0	3	3	2	15	16	1	7,9	5,8	0,73	13,4	32,8

Fortsetzung Tabelle 7.3

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	γ -Muro-len	β -Selin-en	α -Selin-en	Cadin-en	Selinadien	Gera-niol	α -Säuren	β -Säuren	β/α	Cohumulon	Colupulon
Orion	1382	80	4	6	14	0	4	207	0	8	4	2	17	0	1	8,4	6,3	0,75	28,1	45,9
Pacific Gem.	5813	322	4	34	23	0	10	232	0	6	8	8	15	0	3	10,8	6,1	0,56	40,4	66,5
PCU 280	1730	40	1	9	4	0	3	271	0	3	3	2	15	0	1	11,4	4,8	0,42	26,8	53,9
Perle	1670	44	1	22	5	0	3	250	0	3	3	3	15	0	1	7,0	4,9	0,70	29,8	52,4
Phoenix	3310	200	2	10	9	0	5	258	10	3	54	61	19	0	1	15,0	5,4	0,36	25,1	48,5
Pioneer	6531	449	3	233	11	3	16	203	0	3	28	35	16	0	1	10,3	4,1	0,40	34,6	59,7
Premiant	4591	89	3	25	20	2	6	270	12	2	4	3	15	0	1	11,1	4,9	0,44	20,5	43,2
Pride of Kent	1864	25	3	3	26	0	7	297	0	4	4	3	16	0	1	5,7	2,9	0,51	30,3	55,5
Pride of Ringwood	2073	36	1	1	6	0	5	15	0	5	61	68	14	0	1	8,9	5,9	0,66	33,2	54,3
Progress	16302	449	31	45	48	0	15	42	0	25	77	79	98	105	3	10,0	4,8	0,48	24,9	49,5
Rubin	3589	99	26	12	11	0	4	216	13	5	61	66	20	1	1	13,9	4,4	0,32	26,7	57,0
Saazer	1470	1	1	4	18	0	11	296	26	3	4	2	16	0	2	3,4	4,4	1,29	26,0	41,9
Saphir	3855	26	2	22	25	7	17	190	0	4	18	18	13	23	1	3,1	5,5	1,77	13,1	44,9
Serebrianker	471	25	2	3	15	0	6	199	0	4	32	33	20	0	1	2,8	5,4	1,93	21,1	40,6
Sirem	1364	2	5	6	39	0	19	330	21	15	6	2	24	0	3	5,0	4,8	0,96	31,3	49,4
Sladek	2973	59	3	15	18	0	7	276	11	2	3	3	16	0	1	11,8	4,5	0,38	24,5	50,7
Smaragd	2151	21	8	11	29	0	5	272	0	5	7	5	17	22	1	4,9	4,4	0,90	14,4	31,3
Spalter	1198	1	2	5	17	0	10	301	23	7	4	2	17	0	2	3,2	4,8	1,50	26,6	43,5
Spalter Select	6704	36	14	9	78	12	16	177	68	6	29	31	16	40	2	5,2	5,0	0,96	20,9	43,3
Sterling	3268	120	3	33	15	1	4	153	0	3	8	9	11	0	1	13,4	4,7	0,35	26,8	53,9
Sticklebract	12006	310	5	28	27	0	11	212	0	13	52	54	12	0	5	8,6	5,0	0,58	42,2	68,8
Strisselspalter	1921	20	3	16	27	16	8	191	0	5	34	36	16	43	1	3,1	6,6	2,13	17,1	35,3
Super Alpha	5214	287	4	17	39	0	8	283	0	6	3	2	14	0	3	8,7	3,6	0,41	31,2	67,3
Talisman	3240	104	2	36	9	0	4	242	0	3	5	4	16	0	1	10,9	5,7	0,52	26,5	48,8
Tettnanger	1511	6	2	5	20	0	11	300	22	5	4	2	18	0	2	3,9	4,9	1,26	22,3	41,0
Toyomidori	2379	353	12	85	13	0	9	192	0	8	11	9	33	9	2	10,5	5,1	0,49	31,9	57,0

Fortsetzung Tabelle 7.3

Sorte	Myrcen	2-M.-iso-butyrat	Sub. 14b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	γ -Muro-len	β -Selin-en	α -Selin-en	Cadin-en	Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/α	Cohumulon	Colupulon
Urozani	1400	10	1	2	36	0	9	244	19	7	23	23	19	34	2	5,6	6,3	1,13	25,2	45,4
USDA 21055	4700	352	2	199	7	0	3	112	45	5	16	17	14	0	1	11,8	4,5	0,38	35,6	64,9
Vojvodina	2489	83	2	22	9	0	6	240	6	2	3	1	15	0	1	7,4	4,3	0,58	27,2	50,3
WFG	1041	5	4	5	26	0	14	315	18	8	5	3	21	0	3	4,5	4,6	1,02	26,7	45,7
Willamette	1818	87	1	5	15	0	3	235	16	4	5	4	17	1	1	4,4	3,7	0,84	34,0	55,9
Wye Challenger	5925	349	6	36	33	0	10	252	8	5	50	56	16	0	2	6,4	5,1	0,80	27,1	47,9
Wye Northdown	3089	67	2	10	14	0	3	240	0	4	3	2	14	0	1	8,3	5,7	0,69	26,9	45,4
Wye Target	4638	204	3	28	18	2	6	139	0	5	7	6	26	6	1	11,3	5,4	0,48	36,2	60,3
Wye Viking	2373	86	4	39	9	0	11	214	40	4	41	43	17	0	1	6,7	5,1	0,76	26,0	46,2
Yeoman	4097	180	12	14	9	0	4	227	0	3	37	43	15	0	1	14,7	5,3	0,36	25,7	50,5
Zatecki	1557	87	1	7	20	0	5	267	15	5	3	2	17	0	1	4,4	4,2	0,95	24,6	46,3
Zenith	3912	75	2	21	23	0	6	257	0	4	79	96	18	0	1	8,9	3,9	0,44	24,7	49,0
Zeus	4904	120	9	11	7	0	3	134	0	9	10	9	35	9	1	15,0	5,3	0,35	34,0	56,4
Zitic	2142	3	1	11	10	1	7	284	9	2	5	3	17	0	1	6,4	5,4	0,84	29,4	46,0
Zlatan	1420	20	4	6	40	0	21	341	20	11	7	2	24	0	4	4,3	4,7	1,09	32,0	48,5

7.5 Qualitätssicherung bei der α -Säurenbestimmung für die Hopfenlieferungsverträge

7.5.1 Ringanalysen zur Ernte 2010

Seit dem Jahr 2000 gibt es bei den Hopfenlieferverträgen eine Zusatzvereinbarung, in der die α -Säuregehalte Berücksichtigung finden. Der im Vertrag vereinbarte Preis gilt, wenn der α -Säuregehalt in einem 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 umgegangen wird (Probenteilung, Lagerung), welche Laboratorien die Nachuntersuchungen durchführen und welche Toleranzbereiche für die Analysenergebnisse zugelassen sind. Auch im Jahr 2010 hatte die Arbeitsgruppe IPZ 5d wieder die Aufgabe, Ringanalysen zu organisieren und auszuwerten, um die Qualität der α -Säurenanalytik sicherzustellen.

Im Jahr 2010 haben sich folgende Laboratorien an dem Ringversuch beteiligt:

- Hallertauer Hopfenveredlungsgesellschaft (HHV), Werk Au/Hallertau
- NATECO₂ GmbH & Co. KG, Wolnzach
- Hopfenveredlung St. Johann GmbH & Co. KG, St. Johann
- Hallertauer Hopfenveredlungsgesellschaft (HHV), Werk Mainburg
- Hallertauer Hopfenverwertungsgenossenschaft (HVG), Mainburg
- Agrolab GmbH, Oberhummel
- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Arbeitsbereich Hopfen, Hüll

Der Ringversuch startete im Jahr 2010 wegen der späten Ernte erst am 14. September und endete am 12. November, da in dieser Zeit der Großteil der Hopfenpartien in den Laboratorien untersucht wurde. Insgesamt wurde der Ringversuch wieder 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 2010 wurden insgesamt 35 Proben analysiert.

Die Auswertungen wurden so schnell wie möglich an die einzelnen Laboratorien weitergegeben. Die Abb. 7.6 zeigt eine Auswertung als Beispiel, wie ein Ringversuch im Idealfall aussehen sollte. Die Nummerierung der Laboratorien (1-8) entspricht nicht der obigen Zusammenstellung. Als Ausreißertest zwischen den Laboratorien wurde nach DIN ISO 5725 der Grubbs-Test gerechnet. Im Jahr 2010 wurden bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ zwei Ausreißer erkannt, bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,01$ gab es noch keine Ausreißer. Die Tabelle 7.4 zeigt die aus der Methodensammlung der European Brewery Convention (EBC 7.4, konduktometrische Titration) abgeleiteten Toleranzgrenzen (d kritisch, Schmidt, R., NATECO₂, Wolnzach) und deren Überschreitungen in den Jahren 2000 bis 2010.

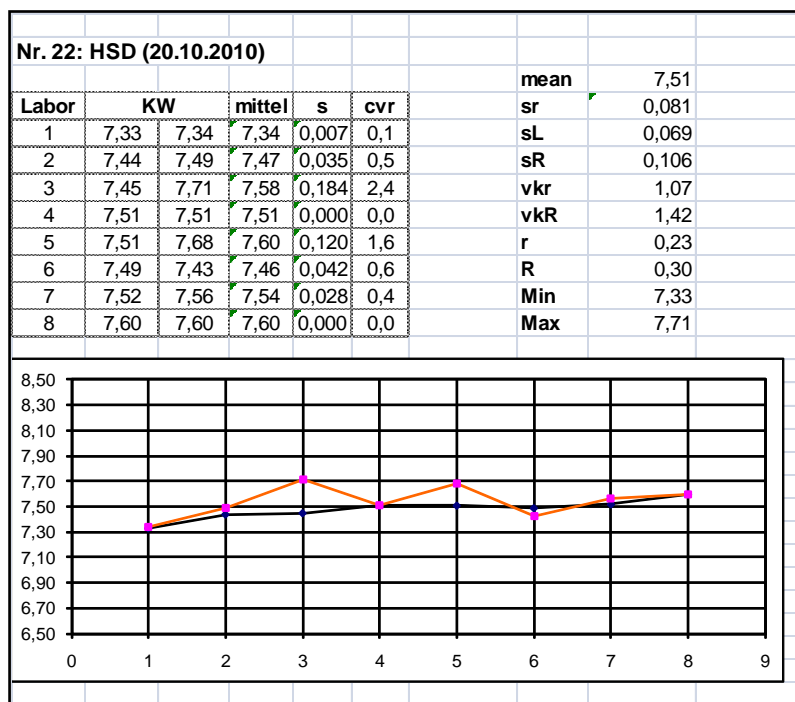


Abb. 7.6: Auswertung einer Ringanalyse

Tab. 7.4: Toleranzgrenzen der Methode EBC 7.4 und deren Überschreitungen in den Jahren 2000 bis 2010

	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 2010 gab es insgesamt 1 Überschreitung der zugelassenen Toleranzgrenzen. In Abbildung 7.7 sind alle Analyseergebnisse für jedes Labor als relative Abweichungen zum Mittelwert (= 100 %) differenziert nach α -Säuregehalten <5 %, \geq 5 % und <10 % sowie \geq 10 % zusammengestellt. Aus dieser Grafik kann man sehr gut erkennen, ob ein Labor eher zu hohe oder zu tiefe Werte analysiert.

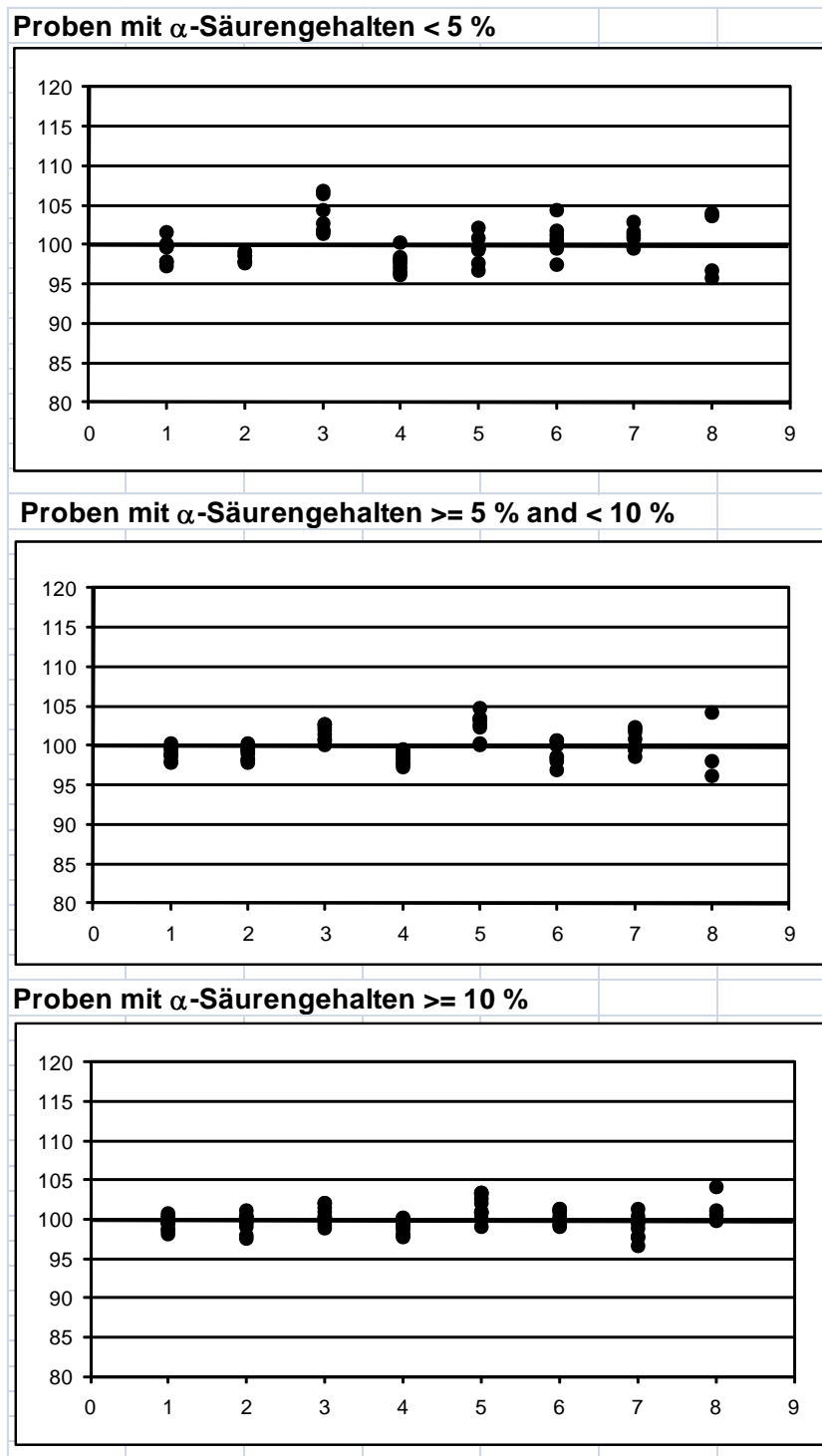


Abb. 7.7: Analysenergebnisse der Laboratorien relativ zum Mittelwert

Bei α -Säuregehalten von < 5 % als auch von \geq 5 % und < 10 % liegt Labor 3 relativ hoch. Bei α -Säuregehalten \geq 10 % analysiert das Labor 8 zu niedrig. 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 Hopfenpflanzer- 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. 7.4) liegen. Die Tab. 7.5 zeigt die Ergebnisse des Jahres 2010. Seit dem Jahr 2005 wurden bisher alle Erstuntersuchungswerte bestätigt.

Tab. 7.5: Kontrolluntersuchungen des Jahres 2010

Proben- bezeichnung	Erstuntersuchungs- labor	Erstunter- suchung	Nachuntersuchung			Mittel- wert	Ergebnis bestätigt
			1	2	3		
KW 37 HHT	HHV Au	6,7	6,7	6,8	6,8	6,8	ja
KW 37 HPE	HHV Au	8,8	8,6	8,6	8,7	8,6	ja
KW 37 HHM	HHV Au	13,3	13,2	13,4	13,6	13,4	ja
QK 1063 HHT	NATECO2 Wolnzach	6,3	6,2	6,2	6,2	6,2	ja
QK 1067 HPE 1	NATECO2 Wolnzach	9,7	9,4	9,4	9,5	9,4	ja
QK 1069 HPE 2	NATECO2 Wolnzach	7,7	7,5	7,5	7,5	7,5	ja
HNB KW 39	HVG Mainburg	10,2	10,0	10,0	10,1	10,0	ja
HHT KW 39	HVG Mainburg	6,9	6,8	7,0	7,0	6,9	ja
HHM KW 39	HVG Mainburg	13,2	13,2	13,5	13,5	13,4	ja
KW 40 HMR	HHV Au	13,3	13,0	13,4	13,6	13,3	ja
KW 40 HHM 1	HHV Au	10,8	10,7	10,7	11,1	10,8	ja
KW 40 HHM 2	HHV Au	14,6	14,3	14,6	14,8	14,6	ja
KW 41/QK 2773 HHS 1	NATECO2 Wolnzach	17,9	17,4	17,4	17,5	17,4	ja
KW 41/QK 2777 HHS 2	NATECO2 Wolnzach	15,9	16,1	16,2	16,3	16,2	ja
KW 41/QK 2779 HTU	NATECO2 Wolnzach	13,8	13,9	14,1	14,2	14,1	ja
HHS 1-KW 42	HVG Mainburg	16,1	16,4	16,6	16,8	16,6	ja
HHS 2-KW 42	HVG Mainburg	16,6	16,4	16,5	16,7	16,5	ja
HNU 2-KW 42	HVG Mainburg	12,4	12,0	12,1	12,2	12,1	ja
KW 43 HMR	HHV Au	12,6	12,4	12,5	12,7	12,5	ja
KW 43 HHM	HHV Au	11,8	11,5	11,7	11,9	11,7	ja
KW 43 HHS	HHV Au	14,5	14,3	14,5	14,6	14,5	ja
KW 44/QK 3760 HNB	NATECO2 Wolnzach	10,2	9,9	10,2	10,2	10,1	ja
KW 44/QK 3763 HNU	NATECO2 Wolnzach	12,2	12,1	12,2	12,2	12,2	ja
KW 44/QK 3769 HHM	NATECO2 Wolnzach	13,3	13,1	13,2	13,3	13,2	ja
HHS1-KW 45	HVG Mainburg	16,2	16,1	16,1	16,2	16,1	ja
HHS2-KW 45	HVG Mainburg	16,0	16,0	16,1	16,2	16,1	ja
HHM-KW 45	HVG Mainburg	13,0	13,0	13,2	13,3	13,2	ja

7.6 Herstellung von reinen α -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, α -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 CO₂-Extrakt mit einem hohen α -Säuregehalt wird zunächst durch Umsetzung mit ortho-Phenylendiamin der ortho-Phenylendiamin-Komplex dargestellt (Abbildung 7.8).

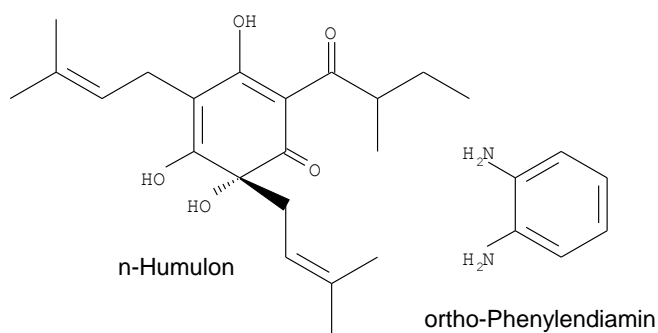


Abb. 7.8: *ortho*-Phenylendiamin-Komplex und dessen chemische Struktur

Dieser Komplex kann durch mehrfache Umkristallisation aufgereinigt werden. Aus dem Komplex werden dann die reinen α -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 Analysen für die Arbeitsgruppe IPZ 3d „Heil- und Gewürzpflanzen“

Im Jahr 2010 wurde 20 ml ätherisches Öl von Baldrianwurzeln mit Wasserdampfdestillation hergestellt. Da in Hüll bei der Wasserdampfdestillation nur 200 g Ansätze durchgeführt werden können und in 200 g Baldrianwurzeln etwa 0,7 ml ätherisches Öl enthalten ist, mussten 30 Destillationen gemacht werden. IPZ 5d hat sich auch an einem Ringversuch zur Bestimmung von Rosmarinsäure, Salvaniolsäure und Tanshinon in Salbeiwurzeln beteiligt (Tab. 7.6). Zusätzlich wurden jeweils drei gaschromatographische Untersuchungen der ätherischen Öle von Hopfendolden, Pellets und Pfefferminze gemacht.

Tab. 7.6: *Ergebnisse Ringversuch Salbei*

Probenummer	Rosmarinsäure			Salvaniolsäure			Tanshinon		
	Best. 1	Best. 2	Ø	Best. 1	Best. 2	Ø	Best. 1	Best. 2	Ø
1125	0,40	0,42	0,41	9,12	9,04	9,08	0,35	0,33	0,34
1126	0,34	0,32	0,33	8,14	7,98	8,06	0,31	0,31	0,31
1127	0,45	0,40	0,43	8,19	7,72	7,96	0,43	0,41	0,42
1128	0,38	0,38	0,38	7,48	7,47	7,48	0,33	0,35	0,34
1137	0,37	0,32	0,35	8,17	8,03	8,10	0,42	0,41	0,42
1141	0,35	0,27	0,31	9,12	8,82	8,97	0,35	0,27	0,31

Ergebnisse werden in % angegeben

7.8 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) 34
davon Beanstandungen 0

8 Veröffentlichungen und Fachinformationen

8.1 Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit

	Anzahl		Anzahl
Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge	34	Führungen	68
LfL-Schriften	2	Ausstellungen und Poster	5
Pressemitteilungen	3	Aus- und Fortbildung	15
Beiträge in Rundfunk und Fernsehen	6	Diplomarbeiten	1
Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare	19	Mitarbeit in Arbeitsgruppen	17
Vorträge	75	Ehrungen	-
Ausländische Gäste	287		

8.2 Veröffentlichungen

8.2.1 Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge

Autor(en), Titel, Zeitschrift, Serie

Engelhard, B., Weihrauch, F. (2010): Nachhaltige Optimierung der Bekämpfung von Blattläusen (*Phorodon humuli*) im Hopfen (*Humulus lupulus*) durch Bekämpfungsschwellen und Züchtung blattlaustoleranter Hopfensorten. Zwischenbericht 2009 des Forschungsprojektes im Auftrag der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück. 11 pp.

Forster, A., Gahr, A., Biendl, M., Schmidt, R., Lutz, A., Toft, E. (2010): Pocket Guide to German Hop Varieties. Deutscher Hopfenpflanzerverband und deutscher Hopfenwirtschaftsverband (Herg.).

Kammhuber, K. (2010): Alternative Verwendungen von Hopfen außerhalb der Brauerei, Schule und Beratung, Heft 5-6/10, Seite III-10.- III-14

- Lutz, A. (2010): Deutsche Hopfenausstellung 2010 - Hopfensortensieger in Berlin. Brauwelt 43/10, 10.
- Lutz, A. (2010): Neue Tendenzen in der Hüller Aromazüchtung. New trends in Hüll aroma breeding. Hopfenrundschaу – Internationale Ausgabe 2010/11, 22-23.
- Lutz, A., Kammhuber, K., Kneidl, J., Petzina, C., Sperr, B., Wyszkon, B. (2010): Bonitierung und Ergebnisse für die Deutsche Hopfenausstellung 2010. Hopfenrundschaу, Nr. 11, November 2010., 295-298.
- Münsterer, J. (2010): Steigerung der Trocknungsleistung von Hopfen durch ein optimales Schüttgewicht. Hopfen Rundschaу 61 (8), 214-215.
- Niedermeier, E. (2010): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschaу 61 (5), 133.
- Niedermeier, E. (2010): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschaу 61 (6), 160.
- Niedermeier, E. (2010): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschaу 61 (7), 185.
- Niedermeier, E. (2010): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschaу 61 (8), 217.
- Niedermeier, E. (2010): Pflanzenstandsbericht. Hopfen Rundschaу 61 (9), 248.
- Portner, J. (2010): Aktuelle Hopfenbauhinweise. Hopfenbau-Ringfax Nr. 5; 8; 10; 12; 13; 14; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 32; 33; 36; 37; 38; 40; 41; 42; 43; 44; 46; 48; 50; 54
- Portner, J. (2010): Ehrung der Sieger der Moosburger Hopfenschau im Landratsamt Kelheim. Hopfen Rundschaу 61 (1), 31.
- Portner, J. (2010): N_{min}-Untersuchung in Hopfen und anderen Ackerkulturen; Empfehlungen zur Stickstoffdüngung 2010. Hopfen Rundschaу 61 (3), 78.
- Portner, J. (2010): Nährstoffvergleich bis 31. März erstellen. Hopfen Rundschaу 61 (3), 78-79.
- Portner, J. (2010): Gezielte Stickstoffdüngung des Hopfens nach DSN (N_{min}). Hopfen Rundschaу 61 (3), 79.
- Portner, J., Brummer, A. (2010): N_{min}-Untersuchung 2010. Hopfen Rundschaу 61 (5), 131-132.
- Portner, J. (2010): Zwischenfruchteinsatz im Hopfen für KuLaP-Betriebe spätestens am 30. Juni. Hopfen Rundschaу 61 (5), 132-133.
- Portner, J. (2010): EU-Erntebericht Hopfen 2009. Hopfen Rundschaу 61 (5), 134-135.
- Portner, J. (2010): Peronosporabekämpfung. Hopfen Rundschaу 61 (6), 149.
- Portner, J. (2010): Zwischenfruchteinsatz im Hopfen für KuLaP-Betriebe spätestens bis 30. Juni vornehmen. Hopfen Rundschaу 61 (6), 164.
- Portner, J. (2010): Oberamtsrat Franz Brandl vom AELF Abensberg verstorben. Hopfen Rundschaу 61 (7), 188-189.
- Portner, J. (2010): Rebenhäcksel bald möglichst ausbringen. Hopfen Rundschaу 61 (8), 211.
- Portner, J. (2010): Kostenfreie Rücknahme von Pflanzenschutz-Verpackungen PAMIRA 2010. Hopfen Rundschaу 61 (8), 214.
- Portner, J., Niedermeier, E. (2010): Unterscheidung der Hopfenwelke (*Verticillium albo-atrum*) in milde und aggressive (letale) Rassen mit unterschiedlichen Bekämpfungsstrategien. Hopfen Rundschaу 61 (8), 215-216.
- Portner, J. (2010): Hopfen-Kolloquium 2010 in Abensberg. Hopfen Rundschaу 61 (9), 244.
- Portner, J. (2010): Fachkritik zur Moosburger Hopfenschau 2010. Hopfen Rundschaу 61 (10), 268-273.
- Portner, J. (2010): Aktuelles zum Pflanzenschutz. Hopfenring-Information v. 27.07.2010, 1-2.
- Portner, J. (2010): Gründung eines Arbeitskreises „Hopfenschlagkartei“; Fortbildungsveranstaltungen; KuLaP-Förderung; Flächenzu- und -abgänge melden. Hopfenring-Information v. 03.11.2010, 1-2.
- Seigner, E., Lutz, A., Seigner, L. (2010): Keine Chance für den Befall – Monitoring auf Hop stunt viroid-Infektionen bei Hopfen in Deutschland. Brauindustrie 1/2010, 18-20.
- Seigner, E., Lutz, A., Seigner, L. (2010): Qualitätssicherung bei Hopfen: Monitoring von Virus- und Viroiderkrankungen. Hopfenrundschaу, Nr. 9, September 2010., 245-246.

Seigner, L., Seigner, E., Lutz, A. (2010): Monitoring auf Hopf stund viroid-Infektionen bei Hopfen in Deutschland. Hopfenrundschaue Nr. 3, März 2010, 62-64.

Weihrauch, F., Baumgartner, A., Felsl, M., Kammhuber, K., Kneidl, J., Lutz, A., Neuhof-Buckl, E., Petzina, C., Sperr, B., Weihrauch, S., Wyschkon, B. (2010): The influence of aphid infestation during the hop growing season on the quality of harvested cones. Programme, EBC Hop Symposium 2010, 12 – 14 September 2010, Wolnzach (Bavaria): 29

8.2.2 LfL-Schriften

Name	Arbeitsgruppe	LfL-Schriften	Titel
Portner, J.	IPZ 5a	„Grünes Heft“	Hopfen 2010
Weihrauch, F., Baumgartner, A., Felsl, M., Lutz, A., Schwarz, J.	IPZ 5b	LfL-Information, Mai 2010. 16 pp.	Richtlinien für die Bonitur getrockneter Hopfendolden auf Befall mit den wichtigsten Krankheiten und Schädlingen des Hopfens.

8.2.3 Pressemitteilungen

Autor(en), Arbeitsgruppe	Titel
Seigner, E., Lutz, A., IPZ 5c	Regional-Agrarminister aus Russland zeigt reges Interesse an der Hopfenforschung in Hüll
Portner, J., IPZ 5a	Über 5000 t CO ₂ -Einsparung bei der Hopfentrocknung durch technische Entwicklungen auf Initiative und unter Mitwirkung der LfL
Portner, J., IPZ 5a	Hopfenforscher aus ganz Deutschland trafen sich zum Erfahrungsaustausch in der Hallertau

8.2.4 Beiträge in Rundfunk und Fernsehen

Name /AG	Sendetag	Thema	Titel der Sendung	Sender
Engelhard, B., IPZ 5	16.09.10	Hopfenforschung und Klimaveränderung	teleschau	IN-TV
Engelhard, B.; IPZ 5	05.10.10	Hopfenforschung und Klimaveränderung	Aktuelle	FRANCE 24
Münsterer, J., IPZ 5a	19.10.10	Interview zur Optimierung der Hopfentrocknung		IN TV
Schwarz, J., Weihrauch F., IPZ 5b	25.04.10	Pflanzenschutz im Hopfengarten	Aus Schwaben und Altbayern	Bayer. Fernsehen
Lutz, A., IPZ 5c	25.04.10	Züchtung	Aus Schwaben und Altbayern	Bayer. Fernsehen
Kammhuber, K., IPZ 5d	25.04.10	Hopfeninhaltsstoffe	Aus Schwaben und Altbayern	Bayer. Fernsehen

8.3 Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen

8.3.1 Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare

Veranstaltet durch	Datum /Ort	Thema	Teilnehmer, Anzahl
Münsterer, J.	08.01.10 Wolnzach	Seminar: Neueste Erkenntnisse zur Hopfentrocknung	34 Hopfenpflanzer
Münsterer, J.	26.01.10 Wolnzach	Seminar: Optimale Konditionierung von Hopfen	28 Hopfenpflanzer
Münsterer, J.	09.02.10 Wolnzach	Workshop Bewässerungssteuerung	12 Hopfenpflanzer
BMELV	10.02.10 Bonn	Pflanzenschutzfachgespräch	Hopfenorganisationen, BVL, JKI
Münsterer, J.	03.03.2010 Tettngang	Seminar: Hopfentrocknung und Konditionierung	25 Hopfenpflanzer
Portner, J.	04.03.10 Hüll	Besprechung „Grünes Heft“	Kollegen aus Hopfenforschungseinrichtungen in D
Münsterer, J.	11.03.2010 Mainburg	Seminar: Hopfentrocknung und Konditionierung	35 TN
Münsterer, J.	16.03.2010 Mainburg	Seminar: Hopfentrocknung und Konditionierung	40 TN
Münsterer, J.	18.05.2010 Wolnzach	Seminar: Hopfentrocknung und Konditionierung	10 TN
Portner, J., Fuß, S.	18.05.10 Raum Tettngang	Lehrfahrt zur Untersuchung der Statik von Hopfengerüstanlagen	10 Studenten der FH Regensburg u. 1 Bau-Ing.
Portner, J. Fuß, S.	18.05.10 Anbaugebiet Elbe-Saale	Lehrfahrt zur Untersuchung der Statik von Hopfengerüstanlagen	10 Studenten der FH Regensburg u. 1 Bau-Ing.
Münsterer, J.	21.05.2010 Pfaffenhofen	EDV Schulung Hopfenschlagkartei HSK	10 TN
Schätzl, J.	19.05.10; 02.06.10; 16.06.10; 30.06.10; 01.07.10; 14.07.10; 28.07.10 verschiedene Orte	Erfahrungsaustausch und Schulung	Ringbetreuer und Ringfachberater
Schätzl, J., Portner, J.	07.06.10; 28.07.10 verschiedene Orte	Informationsaustausch	BayWa Mitarbeiter
Portner, J.	03.08. - 04.08.10 Abensberg	Hopfen-Kolloquium	Kollegen der Behörden und Forschungseinrichtungen in Deutschland
VdH	02.09.10 Wolnzach	Fachtagung Pflanzenschutz	Hopfenorganisationen, BVL, JKI, BMU, BfR

Veranstaltet durch	Datum /Ort	Thema	Teilnehmer, Anzahl
VdH	02.09.10 Hallertau-Hüll	Hopfenrundfahrt	Politiker, Behörden, Verbände
Portner, J.	14.09.10 Moosburg	Hopfenbonitierung für die Moosburger Hopfenschau	20 Mitglieder der Bonitierungskommission
Portner, J., Münsterer, J	19.10.10 Wolnzach	Informationstag zur Hopfentrocknung mit Technikausstellung	350 Hopfenpflanzer, Gäste und Aussteller

8.3.2 Vorträge

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum /Ort
IPZ 5	Lutz, A. Niedermeier, E. Portner, J. Seigner, E.	Hopfenanbau in der Hallertau	Hopfenrundfahrt, Busbegleitung, ca. 170 TN	02.09.10, Wolnzach
IPZ 5a	Fuß, S.	Hopfengerüstanlagen in der Hallertau	IPZ 5a /10 Studenten der FH Regensburg, Prof. Springer und 1 Bau-Ing.	30.03.10 Wolnzach
IPZ 5a	Fuß, S.	Bewässerung im Hopfenbau: Technik, Methode und Kosten	Hopfenring und LFL / 25 Hopfenpflanzer	06.12.2010 Spalt
IPZ 5a	Münsterer, J.	Ursachen und Vermeidung angegan- ger Dolden bei der Ernte, Trocknung und Konditionierung	Hopfenring / 42 Hopfenpflanzer	18.01.2010 Osseltshause n
IPZ 5a	Münsterer, J.	Ursachen und Vermeidung angegan- ger Dolden bei der Ernte, Trocknung und Konditionierung	Hopfenring / 38 Hopfenpflanzer	20.01.2010 Oberhatz- kofen
IPZ 5a	Münsterer, J.	Ursachen und Vermeidung angegan- ger Dolden bei der Ernte, Trocknung und Konditionierung	Hopfenring / 38 Hopfenpflanzer	21.01.2010 Hiendorf
IPZ 5a	Münsterer, J.	Ursachen und Vermeidung angegan- ger Dolden bei der Ernte, Trocknung und Konditionierung	Hopfenring / 88 Hopfenpflanzer	25.01.2010 Niederlauter- bach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Ursachen und Vermeidung angegan- ger Dolden bei der Ernte, Trocknung und Konditionierung	Hopfenring / 49 Hopfenpflanzer	28.01.2010 Aiglsbach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Ursachen und Vermeidung angegan- ger Dolden bei der Ernte, Trocknung und Konditionierung	Hopfenring / 43 Hopfenpflanzer	01.02.2010 Uttenhofen
IPZ 5a	Münsterer, J.	Ursachen und Vermeidung angegan- ger Dolden bei der Ernte, Trocknung und Konditionierung	Hopfenring / 16 Hopfenpflanzer	03.02.2010 Hedersdorf
IPZ 5a	Münsterer, J.	Ursachen und Vermeidung angegan- ger Dolden bei der Ernte, Trocknung und Konditionierung	Hopfenring / 43 Hopfenpflanzer	04.02.2010 Spalt

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum /Ort
IPZ 5a	Münsterer, J.	Ursachen und Vermeidung angegangener Dolden bei der Ernte, Trocknung und Konditionierung	Hopfenring / 54 Hopfenpflanzer	08.02.2010 Biburg
IPZ 5a	Münsterer, J.	Neueste Erkenntnisse zur Trocknung und Konditionierung von Hopfen	LfL-Kolloquiumreihe / 30 Besucher	23.02.2010 Freising
IPZ 5a	Münsterer, J.	Auswertungsmöglichkeiten mit Schlagkartei	IPZ 5b/ 35 beteiligte Hopfenpflanzer am Blattlausprojekt	05.03.2010 Wolnzach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Neueste Erkenntnisse im Bereich der Hopfentrocknung und Aktuelles zum Pflanzenschutz	Hopfenring/ 19 Hopfenpflanzer	09.03.2010 Eschelbach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Energieeinsparung durch Optimierung der Hopfentrocknung	HVG / Aufsichtsräte	24.03.2010 Wolnzach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Auswertung der Hopfenschlagkartei	IPZ 5a / 7 Hopfenpflanzer	29.03.2010
IPZ 5a	Münsterer, J.	Bewässerungsversuche 2010	LfL-IAB / Klimaprojektpartner	08.11.2010 Wolnzach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Maßnahmen zur Reduzierung des Welkebefalls	Beiselen GmbH / 18 TN von Landhandelsfirmen	12.02.2010 Mainburg
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Maßnahmen zur Reduzierung des Welkebefalls	BayWa / 25 Mitarbeiter	18.02.2010 Wolnzach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Maßnahmen zur Reduzierung des Welkebefalls	LfL u. ÄELF/ 665 Hopfenpflanzer u. Gäste	22.02. - 03.03.2010 9 Orte
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Aktueller Pflanzenschutz	IGN / 25 TN	26.05.2010 Niederlauterbach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Maßnahmen nach Hagelschlag	HVH / ca. 220 TN	31.05.2010 Aiglsbach
IPZ 5a	Portner, J.	Auswertung Produktionskosten im Hopfenbau	IPZ 5a / 18 Hopfenpflanzer (Arbeitskreis)	21.01.2010 Haunsbach
IPZ 5a	Portner, J.	Zukunftsvisionen für technische Lösungen im Hopfenbau	MR Mainburg / 150 Hopfenpflanzer	02.02.2010 Mainburg
IPZ 5a	Portner, J.	Ordnungsgemäßer Zwischenfruchtanbau im Hopfen unter dem Aspekt Erosionsschutz	Beiselen GmbH / 18 TN von Landhandelsfirmen	12.02.2010 Mainburg
IPZ 5a	Portner, J.	Ordnungsgemäßer Zwischenfruchtanbau im Hopfen unter dem Aspekt Erosionsschutz	BayWa / 25 Mitarbeiter	18.02.2010 Wolnzach
IPZ 5a	Portner, J.	Ordnungsgemäßer Zwischenfruchtanbau im Hopfen unter dem Aspekt Erosionsschutz	LfL u. ÄELF/ 665 Hopfenpflanzer u. Gäste	22.02. - 03.03.2010 9 Orte
IPZ 5a	Portner, J.	Chemischer Pflanzenschutz im Hopfenbau – ein Problem für die Imker?	Bezirksverband der Imker in NB / 35 TN	25.03.2010 Elsendorf

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum /Ort
IPZ 5a	Portner, J.	Steigerung der Trocknungsleistung bei gleichzeitiger Qualitätsverbesserung des Hopfens	GfH – TWA / 30 Ausschussmit- glieder	15.04.2010 Wolnzach
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles zum Pflanzenschutz	AELF Roth / 40 Hopfenpflanzer	16.07.2010 Spalt
IPZ 5a	Portner, J.	Erntezeitpunkt bei der Sorte Hallertauer Mittelfrüher und Welkeproblematik	Hopfenring / 70 TN	17.08.2010 Reichertshausen
IPZ 5a	Portner, J.	Erntezeitpunkt bei der Sorte Hallertauer Mittelfrüher und Welkeproblematik	Hopfenring / 40 TN	18.08.2010 Elsendorf
IPZ 5a	Portner, J.	Fachkritik Hopfen 2010	Stadt Moosburg / 150 Gäste	16.09.2010 Moosburg
IPZ 5a	Portner, J.	Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratauswaschung im Hopfenanbau	WWA Regensburg/ 20 Messgebiets- betreuer	06.10.2010 Regensburg
IPZ 5a	Portner, J.	Auswertung von Trocknungsleistung und Energieverbrauch	IPZ 5a / 13 Hopfen- pflanzer (Arbeits- kreis)	15.12.2010 Haunsbach
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aktuelles zur Düngung mit Haupt- und Spurennährstoffen	LfL / Hopfenpflanzer	17.03.2010 Laimerstadt
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aktuelle PS-Situation 2010, Peronosporawarndienst, Besonderheiten im letztjährigen Hagelgebiet	LfL / 18 Hopfenpflanzer	04.06.2010 Hirnkirchen
IPZ 5a	Schätzl, J.	Prognoseschulung, Aktuelles zum Pflanzenschutz	LfL u. AELF Roth/ 78 Hopfenpflanzer	02.06.2010 Spalt
IPZ 5a	Schätzl, J.	Optimale Flurstücksgestaltung für Hopfenanlagen, Hopfenfähigkeit der Böden	LfL u. ALE Ansbach/ 17 TN	11.08.2010 Mosbach
IPZ 5a	Schätzl, J.	Ringbetreuerschulung – Jahresrückblick 2010	Hopfenring u. LfL/ 10 Ringbetreuer	09.12.2010 Wolnzach
IPZ 5b	Engelhard, B.	Chemischer Pflanzenschutz im Hopfenbau – ein Problem für die Imker?	Imkerverein Pfaffenhofen , 40 TN	08.01.2010 Pfaffenhofen
IPZ 5b	Engelhard, B.	Stehen in Zukunft noch genügend Pflanzenschutzmittel im Hopfenbau zur Verfügung?	EZG Leutschach 40 TN	04.02.2010 Leutschach (A)
IPZ 5b	Engelhard, B.	Mehltauprognose Erfahrungen 2009 – Umsetzung 2010	Landhandel BayWa	12.02.2010 Mainburg 18.02.2010 Wolnzach
IPZ 5b	Engelhard, B.	Mehltauprognose Erfahrungen 2009 – Umsetzung 2010	IPZ 5 / AELF 665 Hopfenpflanzer u. Gäste	22.02. – 03.03.2010 9 Orte
IPZ 5b	Engelhard, B.	Aktuelle Pflanzenschutzsituation im Hopfenbau	AK Unternehmens- führung 18 TN	15.03.2010 Haunsbach
IPZ 5b	Engelhard, B.	Forschungsprojekt Bienen-Hopfen-Guttation	Kreisverband Imker, TN 15	18.03.2010 Pfaffenhofen

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum /Ort
IPZ 5b	Engelhard, B.	Bekämpfung des Echten Mehltaus nach Prognosemodell	TWA der GfH	15.04.2010 Wolnzach
IPZ 5b	Engelhard, B.	Aktuelle Beiträge zu Fragen des Pflanzenschutz – HSdH, Verticillium, Pero-Primär	VdH – Beiratssitzung	21.07.2010 Altenburg
IPZ 5b	Engelhard, B.	Ist der sachgerechte Pflanzenschutz im Hopfen im Einklang mit Umweltauflagen noch gewährleistet?	IGN-Hopfentag	26.08.2010 Niederlauterbach
IPZ 5b	Engelhard, B.	Forschungsprojekt Bienen im Hopfengarten	VdH – Pflanzenschutz-Fachtagung	02.09.2010 Wolnzach
IPZ 5b	Engelhard, B.	Zulassungssituation für Pflanzenschutzmittel im Hopfen – Ausblick 2011	VdH – Pflanzenschutz-Fachtagung	02.09.2010 Wolnzach
IPZ 5b	Engelhard, B.	Bekämpfung des Echten Mehltaus nach Prognosemodell	BLE, 50 TN	07.10.2010 Berlin
IPZ 5b	Engelhard, B. Schwarz, J.	Erweiterung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen den Luzernerüssler im Hopfen Teil 1: Feldteil Teil 2: Semi-Freilandversuche	JKI, 24 TN	08.12.2010 Ellerhoop
IPZ 5b	Schwarz, J.	Zulassungssituation für Pflanzenschutzmittel im Hopfen 2010	EZG Leutschach 40 TN	04.02.2010 Leutschach (A)
IPZ 5b	Schwarz, J.	Aktuelle Versuchsergebnisse zu Anwendung von Kupfer und Molke im Öko-Anbau	Hopfenbau-Tag des Bioland-Arbeitskreises Hopfen, 30 TN	10.02.2010 Berching-Plankstetten
IPZ 5b	Schwarz, J.	Zulassungssituation für Pflanzenschutzmittel im Hopfen 2010	IPZ 5 / AELF 665 Hopfenpflanzer u. Gäste	22.02. – 03.03.2010 9 Orte
IPZ 5b	Wehrauch, F.	Spinnmilbenkontrolle durch Insektenleim - Plan B?	Hopfenbau-Tag des Bioland-Arbeitskreises Hopfen, 30 TN	10.02.2010 Berching-Plankstetten
IPZ 5b	Wehrauch, F.	Das DBU-Blattlausprojekt: Erste Ergebnisse aus einem Forschungsprojekt zur Blattlausbekämpfung	Arbeitsbesprechung zum Forschungsprojekt mit den Kooperationsbetrieben, 33 TN	05.03.2010 Hüll
IPZ 5b	Wehrauch, F.	The influence of aphid infestation during the hop growing season on the quality of harvested cones	EBC Hop Symposium 2010 130 TN	14.09.2010 Wolnzach
IPZ 5b	Wehrauch, F.	Kupfersatz und Kupferminimierung im Rahmen des Bundesprogrammes ökologischer Landbau: Bericht zu den Versuchen im Hopfenbau	BMELV-Fachgespräch „Kupfer im Pflanzenschutz“ 60 TN	10.11.2010 Berlin-Dahlem

AG	Name	Thema/Titel	Veranstalter/ Besucher	Datum /Ort
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Erarbeitung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen den Luzernerüssler <i>Otiorhynchus ligustici</i> im Hopfenbau	29. Jahrestagung des Arbeitskreises „Nutzarthropoden“ der DPG und der DgaaE, 60 TN	30.11.2010 Berlin - Dahlem
IPZ 5c	Lutz, A.	Hopfenzüchtung in Hüll - mit neuen Sorten immer am Puls der Zeit	Frühjahrs-Mitgliederversammlung 2010 des Hopfenpflanzerverbandes Tettngang, 100 TN	22.03.2010, Tettngang
IPZ 5c	Lutz, A.	Mehltauisolate und ihr Einsatz in der Mehлтаuresistenzzüchtung bei Hopfen	Sitzung des HVG Aufsichtsrates, 35 TN	25.10.2010, Wolnzach
IPZ 5c	Lutz, A.	Hopfensorten und Bonitur von Qualitätsmerkmalen	Alt-Weihestephaner Brauerbund, ca. 25 TN	03.11.2010, Freising
IPZ 5c	Oberhollenzer, K.	Charakterisierung versch. Mehлтаuresistenzreaktionen und Funktionsanalyse von vermuteten Resistenzgenen über einen Gentransferansatz	TWA der GfH, 30 TN	15.04.2010
IPZ 5c	Oberhollenzer, K.	Powdery mildew on hops: Transient transformation and histochemical studies	Doktorandenseminar, Prof. Hückelhoven, TUM,	10.05.2010, Freising
IPZ 5c	Oberhollenzer, K.	Host and non host resistance of hop leaf hairs	Doktorandenseminar, Prof. Hückelhoven, TUM,	15.11.2010, Freising
IPZ 5c	Seefelder, S.	Forschungsergebnisse zur Verticillium-Welke und Maßnahmen zur Reduzierung des Welkebefalls bei Hopfen	Frühjahrs-Mitgliederversammlung 2010 des Hopfenpflanzerverbandes Tettngang, 100 TN	22.03.2010, Tettngang
IPZ 5c	Seefelder, S.	Forschungsergebnisse zur Verticillium-Welke bei Hopfen	Hopfenbauversammlungen 2010, 9 Veranstaltungsorte, ca. 350 TN	22.02.-03.03.
IPZ 5c	Seefelder, S.	Arbeiten zur Risikoeinschätzung von Verticillium-Infektionen in den deutschen Hopfenanbaugebieten	Agrarrausschuss des deutschen Brauerbundes, 17 TN	09.09.10, Hüll
IPZ 5c	Seefelder, S.	Bodenbürtige Pilzkrankheiten am Beispiel Verticillium	16. Arbeitszirkel für ISO-Betriebe, 55 TN	08.12.10, Aiglsbach
IPZ 5c	Seigner, E.	Gentransfer bei Hopfen – bisherige, abgeschlossene Arbeiten	GfH, 30 TN	15.04.2010
IPZ 5c	Seigner, E.	Mehltauisolate und ihr Einsatz in der Mehлтаuresistenzzüchtung bei Hopfen	Wissenschaftl. Station für Brauerei in München, 60 TN	28.06.10, München
IPZ 5c	Seigner, E.	Züchtung von resistenten Zwerghopfen mit besonderer Eignung für den Anbau auf Niedriggerüstanlagen	BMELV und BLE Innovationstage 2010, 40 TN	07.10.2010, Berlin

8.3.3 Führungen

(AG = Arbeitsgruppe; TZ = Teilnehmerzahl)

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ-L, IPZ 5	Doleschel, P. Engelhard, B. Seigner, E. Weihrauch, F.	14.09.10	Hop Research Center Hüll	EBC Hop Symposium 2010	40
IPZ 5	Engelhard, B.	29.06.10	Klimaveränderung am Beispiel Wetterstation Hüll, Hopfenzüchtung	Lehrer Gymnasium Pfaffenhofen	35
IPZ 5	Engelhard, B.	14.07.10	Hopfenforschung	Bischöfliches Ordinariat Regensburg	24
IPZ 5	Engelhard, B.	30.07.10	Bayer. Hopfenforschung	MD Neumeier, Ltd.MR Mayer	2
IPZ 5	Engelhard, B. Seigner, E.	18.08.10	Bayer. Hopfenforschung	ISAA – Formulierungsexperten der Pflanzenschutzfirmen	40
IPZ 5	Engelhard, B.	26.08.10	Aktuelles zur Hopfen- entwicklung und zur Sorte Herkules	IGN	ca. 100
IPZ 5	Engelhard, B.	10.09.10	Bayer. Hopfenforschung	DBMB-Bezirksgruppe Rheinlandpfalz	38
IPZ 5	Engelhard, B.	15.09.10	Hopfenforschung aus der Sicht der Klimaänderung	Ökoklimatologie der TUM	12
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K.	17.09.10	Bayer. Hopfenforschung	Landtechnikmuseum der Uni Hohenheim	40
IPZ 5	Engelhard, B.	25.09.10	Bayer. Hopfenforschung	AB-Inbev-Kunden aus Rußland und Türkei	55
IPZ 5	Engelhard, B.	29.09.10	Bayer. Hopfenforschung	Amtierender Landrat Lkr. PAF	2
IPZ 5	Engelhard, B.	04.10.10	Bayer. Hopfenforschung	Brauerei Santori (I)	6
IPZ 5	Engelhard, B.	05.10.10	Bayer. Hopfenforschung	Brauerei Plar (VEN)	3
IPZ 5	Engelhard, B.	17.10.10	Bayer. Hopfenforschung	Brauerei Ashai (J)	1
IPZ 5	Engelhard, B.	02.12.10	Bayer. Hopfenforschung	Schyren Gymnasium PAF	20
IPZ 5	Engelhard, B. Lutz, A. Schwarz, J. Weihrauch, F.	13.04.10	Hopfenforschung Hüll	Bayer. Rundfunk, Frau Sarre-Mock und Fernseh- team	3
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K. Lutz, A. Seigner, E.	13.04.10	Hop Research at Hüll	T. Tangaro, Dr. Buholzer, AB-InBev	2
IPZ 5	Engelhard, B., Kammhuber, K. Seigner, E.	24.06.10	Hop Research at Hüll	VLB Berlin, internat. Braumeisterkurs	43
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K. Seigner, E.	15.07.10	Hopfenforschungszentrum Hüll	Studenten des WZW, Brau- und Getränketechnologie, Dr. Hanke	40

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K. Seigner, E.	18.08.10	Hopfenforschungszentrum Hüll – Hop Research Center Hüll	Bayer Crop Science	35
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K. Seigner, E.	20.08.10	Hop Research Center Hüll	Kirin, Mitsubishi, Japan; HVG	6
IPZ 5	Engelhard, B., Kammhuber, K., Seigner, E.	04.10.10	Hop Research Center Hüll	Suntory, Japan, Dr. Pichlmaier, HVG	7
IPZ 5	Engelhard, B. Kammhuber, K. Seigner, E.	05.10.10	Hopfenforschung in Hüll	Polar, Brauer, Venezuela	3
IPZ 5	Engelhard, B. Seigner, E.	05.10.10	Hopfenforschung in Hüll	Dr. Haunold, USA, Begleitung	3
IPZ 5	Fuß, S., Lutz, A.	02.11.10	Hopfenzüchtung und Hopfenproduktion	Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT)	2
IPZ 5	Lutz, A. Kammhuber, K. Schwarz J.	11.06.10	Hopfenzüchtung, Hopfen- analytik und Pflanzen- schutz	Berufsschule Pfaffenhofen	8
IPZ 5	Lutz, A. Kammhuber, K. Weihrauch, F.	25.06.10	Hop Research at Hüll; Hopfenforschung, Ökologischer Hopfenanbau	Dr. Ebner mit italienischen Studenten (Slow Food)	15
IPZ 5	Lutz, A. Weihrauch, F.	23.08.10	Hop Research at Hüll, low trellis system,	Hop Research Institute Zatec, CZ	4
IPZ 5	Lutz, A. Kammhuber, K. Seigner, E.	25.08.10	Hopfensorten und – produktion, Hopfenanalytik	Russ. Regional-Agrar- minister und Delegation	3
IPZ 5	Lutz, A. Kammhuber, K. Weihrauch, F.	20.10.10	Hopfenforschungszentrum Hüll	SAB-Miller, Polen und Russland, Fr. Ohnesorge, HVG	4
IPZ 5a	Fuß, S.	25.07.10	Aktuelle Situation bei Krankheiten und Schäd- lingen, Empfehlungen	Hopfenpflanzer, Oberumels- dorf u. Umgebung	25
IPZ 5a	Münsterer, J.	04.08.10	Bewässerungsversuche im Hopfen	WWA München/Freising	12
IPZ 5a	Münsterer, J.	08.09.10	Messtechnik bei der Hopfentrocknung	Mitarbeiter der HVG	5
IPZ 5a	Niedermeier, E.	24.06.10	Hopfen- Flurbegehung; Aktuelle Pflanzenschutz- situation und Strategien	Hopfenpflanzer Osselts- hausen und Umgebung	22
IPZ 5a	Niedermeier, E.	30.06.10	Hopfen- Flurbegehung; Aktuelle Pflanzenschutz- situation und Strategien	Hopfenpflanzer Uttenhofen und Umgebung	17
IPZ 5a	Niedermeier, E.	04.08.10	Flurbegehung: aktuelle Pflanzenbau- und Pflanzenschutzmaßnahmen	Hopfenpflanzer Wolnzach	19

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5a	Niedermeier, E.	18.08.10	Flurbegehung: aktuelle Pflanzenbau- und Pflanzenschutzmaßnahmen	BBV-Obmännerbereiche im Gemeindebereich Geisenfeld. Ort: Engelbrechtsmünster	37
IPZ 5a	Niedermeier, E.	26.08.10	Betreuung Busexkursion IGN-Hopfentag	IGN-Niederlauterbach	50
IPZ 5a	Niedermeier, E.	02.09.10	Hopfenrundfahrt (Busführung)	Gäste des Verbands deutscher Hopfenpflanzer	50
IPZ 5a	Portner, J.	21.06.10	Flurbegehung: aktuelle Pflanzenbau- und Pflanzenschutzmaßnahmen	Hopfenpflanzer	35
IPZ 5a	Portner, J.	22.06.10	Flurbegehung: aktuelle Pflanzenbau- und Pflanzenschutzmaßnahmen	Hopfenpflanzer	30
IPZ 5a	Portner, J.	04.08.10	Versuchsführung	IGN-Hopfenpflanzer	10
IPZ 5a	Portner, J.; Fuß, S.	05.08.10	Versuchsrundfahrt	VIF Kelheim	60
IPZ 5a	Portner, J.; Fuß, S.	06.08.10	Versuchsrundfahrt	VIF Landshut	15
IPZ 5a	Portner, J.; Fuß, S.	10.08.10	Versuchsrundfahrt	Ring j. Hopfenpflanzer	40
IPZ 5a	Portner, J.; Fuß, S.	11.08.10	Versuchsrundfahrt	Lkr. Freising	15
IPZ 5a	Portner, J.	02.09.10	Hopfenrundfahrt (Busführung)	Gäste des Verbands deutscher Hopfenpflanzer	50
IPZ 5a	Schätzl, J.	23.06.10	Aktuelles zum Pflanzenschutz und zur Düngung	Hopfenpflanzer Grafendorf, Rudelzhausen, Au	20
IPZ 5a	Schätzl, J.	29.06.10	Aktuelle Situation bei Krankheiten und Schädlingen, Empfehlungen	Hopfenpflanzer Walkertshofen u. Umgebung	19
IPZ 5a	Schätzl, J.	22.07.10	Aktuelles zum Pflanzenschutz	Hopfenpflanzer Abens	13
IPZ 5a	Schätzl, J.	05.08.10	Erfahrungen mit der Bewässerung, Abschlussbehandlungen im PS	Hopfenpflanzer Au und Rudelzhausen	19
IPZ 5	Seefelder, S. Seigner, E.	19.08.10	Genome analysis in hops, hop breeding	Suntory, Japan	2
IPZ 5c	Lutz, A.	21.07.10	Hopfenforschungszentrum Hüll	Verband der Versuchs-techniker	25
IPZ 5c	Lutz, A.	13.04.10	Breeding of hop varieties	D. Gamache, USA	1
IPZ 5c	Lutz, A.	31.08.10	Begutachtung von Zuchtstämmen	Barth-Haas-Gruppe, Nürnberg	2
IPZ 5c	Lutz, A.	09.09.10	Hopfensorten, -stämme Breeding	Dr. Kaltner, IGN (Interessensgemeinschaft Niederlauterbach)	1
IPZ 5c	Lutz, A.	27.09.10	Hopfenforschung in Hüll	Studenten der Lebensmittel-technik, Weißrussland	21
IPZ 5c	Lutz, A.	08.11.10	Hop Research Center Hüll	Asahi Brewery, Japan; Joh. Barth	3
IPZ 5c	Lutz, A.	18.11.10	Hop Research Center Hüll	Mr. Takishita, Asahi Brewery, Japan;	1

AG	Name	Datum	Thema/Titel	Gastinstitution	TZ
IPZ 5c	Lutz, A. Kammhuber, K. Seigner, E.	03.02.10	Hop Research at Hüll	Suntory Liquors Ltd.	3
IPZ 5c	Lutz, A. Seigner, E.	08.07.10	Hopfenzüchtung	Bundessortenamt und EU-Sortenamt	3
IPZ 5c	Lutz, A. S. Seefelder Seigner, E.	09.08.10	Hop Breeding	Sapporo Breweries, Japan	1
IPZ 5c	Lutz, A. Seigner, E.	07.09.10	Hop Breeding	SAB-Miller, Südafrika	2
IPZ 5c	Seefelder, S.	10.02.10	Genomanalyse bei Hopfen, Heil- und Gewürzpflanzen, Gräsern	Studenten Aufbaustudien-gang Nachwachsende Rohstoffe, Universität Regensburg,	9
IPZ 5c	Seigner, E.	10.02.10	Hopfenforschung und aktuelle biotechnologische Arbeiten	Studenten Aufbaustudien-gang Nachwachsende Rohstoffe, Universität Regensburg,	9
IPZ 5c	Seigner, E.	09.09.10	Biogenese-Muster und Untersuchungen 2010	Agrarausschuss des deutschen Brauerbundes	8
IPZ 5c	Seigner, E.	19.09.10	Hop Research at Hüll	AB-InBev	57
IPZ 5c	Seigner, E.	05.10.10	Biotechnologie und Genomanalyse in der Hopfenforschung	Brauer, Polar, Venezuela	3

8.3.4 Ausstellungen und Poster

Name der Ausstellung	Ausstellungsobjekte/-projekte bzw. Themen /Poster	Veranstalter	Ausstellungsdauer	AG
Informationstag zur Hopfentrocknung in Wolnzach	<ul style="list-style-type: none"> • Trocknung von Hopfen (Poster) • Optimierung der Hopfentrocknung (Poster) • Erforderliche Messpunkte für die Trocknungsoptimierung (Poster) • Entwicklung einer neuartigen Messtechnik zur weiteren Optimierung der Trocknungsleistung (Poster) • Integriertes Energiesparkonzept (Poster) 	LfL, HVG, HR, HVH	19.10.2010	IPZ 5a
HopFA im Rahmen des Gallimarktes in Mainburg	Gerät zur vollautomatischen Drahtaufhängung im Hopfenbau (Poster)	Stand der Fa. Soller	09.10.-11.10.10	IPZ 5a u. ILT
HopFA im Rahmen des Gallimarktes in Mainburg	<ul style="list-style-type: none"> • Trocknung von Hopfen (Poster) • Erforderliche Messpunkte für die Trocknungsoptimierung (Poster) • Integriertes Energiesparkonzept (Poster) 	Stand der Fa. ATEF	09.10.-11.10.10	IPZ 5a

Name der Ausstellung	Ausstellungsobjekte/-projekte bzw. Themen /Poster	Veranstalter	Ausstellungsdauer	AG
Bierfestival Attenkirchen	<ul style="list-style-type: none"> Die Inhaltsstoffe des Hopfens Hopfen ist nicht nur unverzichtbar für das Bierbrauen, sondern auch eine Arzneipflanze 	Attenkirchen Tourismus GmbH	29.-30.05.10	IPZ 5d
Arzneipflanzenanbau in Deutschland - mit koordinierter Forschung zum Erfolg	<ul style="list-style-type: none"> Hopfen ist nicht nur unverzichtbar für das Bierbrauen, sondern auch eine Arzneipflanze 	BMELV	25.10.-26.10.10	IPZ 5d

8.4 Aus- und Fortbildung

Name, Arbeitsgruppe	Thema	Teilnehmer
Engelhard, B., Lutz, A., IPZ 5	Praxissemester, FH-Weihenstephan	Stefan Elfinger
Engelhard, B., Lutz, A., Seigner, E., Seefelder, S., IPZ 5	Studiums begleitendes Praktikum, TUM-Weihenstephan, Braustudium, Hopfenzüchtung, Biotechnologie, Genomanalyse, Pflanzenschutz,	Sebastian Schmid
Engelhard, B., Portner, J., Fuß, S., Lutz, A., IPZ 5	Bachelorarbeit, Ludwig-Maximilians-Universität: Statistische Prognose des Ernteertrags und des Alphasäuregehalts vers. Hopfensorten in der Hallertau	Igor Lomow
IPZ 5	Praktikum im Arbeitsbereich Hopfen: Züchtung, Pflanzenschutz, chem. Analyse und Pflanzenbau	Sabrina Lachermeier, Mathias Pitzel, Stefanie Bergsteiner, Sebastian Netter, Anna Bauer
Lutz, A., Fuß, S., IPZ 5	Doktorarbeit, LfL-ILT: Treibhausgasbilanzierung in der Landwirtschaft	Yu Han
Lutz, A., IPZ 5	Doktorarbeit, TU-München: Auswirkungen des Klimawandels auf versch. Kulturen (Wein, Hopfen u.a.)	Anna Bock
Portner, J., IPZ 5a	Hopfentrocknung	9 Studierende des 1. und 3. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Konditionierung von Hopfen	9 Studierende des 1. und 3. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Hopfensorten	17 Studierende des 1. und 3. Sem. der LS Pfaffenhofen
Portner, J., IPZ 5a	Betreuung und Bewertung von Arbeitsprojekten im Hopfenbau im Rahmen der Meisterprüfung	3 Meisteranwärter
Schätzl, J., IPZ 5a	Krankheiten und Schädlinge, aktueller Pflanzenschutz, Warndienst	6 Studierende des 2. Sem. der LS mit Hopfenbau
Schätzl, J., IPZ 5a	Abschlussprüfung (Hopfenbau) im Ausbildungsberuf Landwirt in Dörnbach	Prüflinge vom Lkr. FS (Schwerpunkt Hopfenbau)

Name, Arbeitsgruppe	Thema	Teilnehmer
Schätzl, J., Münsterer, J., alle IPZ 5a	Abschlussprüfung (Hopfenbau) im Ausbildungsberuf Landwirt in Jauchshofen	Prüflinge von Lkr. KEH, LA und PAF
Lutz, A., IPZ 5c	Seminararbeit: Schädlinge und Krankheiten des Hopfen und Entwicklung der Bekämpfung in den letzten 30 Jahren am Beispiel der Blattlaus	Simon Renkl
Seefeldler, S., IPZ 5c	Chemie-Laboranten-Ausbildung: Genomanalyse Hopfen, Charakterisierung von Verticillium-Pathotypen	Tim Nerbas

8.5 Diplomarbeiten

AG	Name	Thema/Titel Diplomarbeit	Zeitraum	Betreuer an der LfL, Zusammenarbeit
IPZ 5	Lachermeier, Ute	Ermittlung der Blattflächen an verschiedenen Hopfensorten und deren Auswirkungen auf die Aufwandmengen von Pflanzenschutzmitteln	01.04. - 30.11.2010	B. Engelhard, TUM, Institut Phytomedizin, Prof. Hückelhoven, Dr. Hausladen

8.6 Mitarbeit in Arbeitsgruppen, Mitgliedschaften

Name	Mitgliedschaften
Kammhuber, K.	<ul style="list-style-type: none"> Mitglied des Analysen-Komitees der European Brewery Convention (Hopfen-Sub-Komitee) Mitglied der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA)
Fuß, S.	<ul style="list-style-type: none"> Mitglied im Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Landshut
Münsterer, J.	<ul style="list-style-type: none"> Mitglied im Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Landshut Mitglied des Bewertungsausschusses für Investitionen im Hopfenbau im Rahmen des EIF am AELF Landshut
Portner, J.	<ul style="list-style-type: none"> Mitglied des Fachbeirates Geräte-Anerkennungsverfahren für die Bewertung von Pflanzenschutzgeräten und der Fachreferenten für Anwendungstechnik beim JKI Mitglied (Stellvertreter) des Meisterprüfungsausschusses Niederbayern und Oberbayern-Ost für den Ausbildungsberuf Landwirt
Schätzl, J.	<ul style="list-style-type: none"> Mitglied im Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Landshut Mitglied im Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Region Erding und Freising
Seefeldler, S.	<ul style="list-style-type: none"> Mitglied der KG-Öffentlichkeitsarbeit der LfL
Seigner, E	<ul style="list-style-type: none"> Vorsitzende (seit Juni 2009) und Sekretärin der Wissenschaftlichen Kommission des Internationalen Hopfenbaubüros Mitglied des Editorial Board von „Hop Bulletin“, Institute of Hop Research and Brewing, Žalec, Slovenia
Weihrauch, F.	<ul style="list-style-type: none"> Schriftleitender Vorstand der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen e.V. Herausgeber der Zeitschrift "Libellula" Arbeitskreis Neuropteren der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie (DgaaE) - Führung der Bibliographie Fachreferent für Makrozoobenthos an der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) Mitglied Rote-Liste-Arbeitsgruppen der Libellen und der Netzflügler Bayerns

8.7 Ehrungen

8.7.1 Dienstjubiläen

9 Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben

AG Projektleiter	Projekt	Laufzeit	Kostenträger	Kooperation
IPZ 5a J. Portner	Automatische Erntemengen- erfassung und Ertrags- kartierung bei Hopfen	2008- 2011	Erzeugergemeinschaft HVG	J. Rottmeier, Erding; A. Widmann, Hüll
IPZ 5a J. Portner	Reaktion bedeutender Aroma- und Bittersorten auf eine Reduzierung der Gerüsthöhe (6 m) und Erprobung neuer Pflanzenschutz-Applikations- techniken	2008- 2011	Erzeugergemeinschaft HVG	5 Hopfenpflanzler; Fa. Mitterer, Terlan Italien
IPZ 5a J. Portner	Entwicklung eines Gerätes zur vollautomatischen Drahtauf- hängung im Hopfenanbau	2008- 2010	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)	ILT, Freising; Soller GmbH, Geisenfeld
IPZ 5a J. Portner	Untersuchungen zur Statik von Hopfengerüstanlagen	2009- 2010	Erzeugergemeinschaft HVG	Bauplanungs- u. Ing.-Büro S. Breitner, Wolnzach
IPZ 5b B. Engelhard	Überprüfung eines innovativen Prognosemodells zur Bekämpfung des Echten Mehltaus (<i>Podosphaera macularis</i>) im Hopfen	2010- 2012	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG	4 Hopfenbau- betriebe;
IPZ 5b/IPZ 5a B. Engelhard	Blattflächenentwicklung bei drei Hopfensorten und deren Einfluss auf Pflanzenschutzmaßnahmen	2010	LfL, Syngenta	TUM, Lehrstuhl für Phytomedizin
IPZ 5b B. Engelhard	Kupferreduzierung bei Pflanzenschutzmaßnahmen im Öko- Hopfenbau	2010 – 2013	BLE	Öko-Hopfenbau- Betrieb
IPZ 5b B. Engelhard	Verhalten der Bienen im Hopfengarten und Untersuchungen zur Guttation des Hopfens	2010	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG	LA für Bienenkunde der Uni Hm, Fachzentrum Bienen der LWG, JKI, Imker
IPZ 5b F. Weihrauch	Artendiagnostik bei <i>Agriotes</i> spp. in Hopfengärten	2010	LfL., Syngenta	Syngenta
IPZ 5b B. Engelhard	Erarbeitung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen den Luzernerüssler (<i>Otiorhynchus ligustici</i>) im Hopfenbau	2008- 2010	BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung;	Curculio-Institut e.V. , Hannover; Hopfenbaubetriebe; Verbundprojekt über JKI ;

AG Projektleiter	Projekt	Laufzeit	Kostenträger	Kooperation
IPZ 5b/IPZ 5c B. Engelhard	Nachhaltige Optimierung der Bekämpfung von Blattläusen (<i>Phorodon humuli</i>) im Hopfen (<i>Humulus lupulus</i>) durch Bekämpfungsschwellen und Züchtung blattlaustoleranter Hopfensorten	2008-2011	DBU (Deutsche Bundesstiftung Umwelt)	Hopfenbaubetriebe
IPZ 5b/IPZ 5c/ IPZ 5d B. Engelhard	Identification of compounds involved in the attraction and resistance of hop to the damson-hop aphid: Vorerhebungen 2009	2010-2011	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG	Plant Research International B.V., Wageningen, NL
IPZ 5c Dr. E. Seigner A. Lutz	Züchtung von resistenten Hopfen mit besonderer Eignung für den Anbau in Niedrigergerüstanlagen	2007-2011	BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung)	Betriebe J. Schrag und M. Mauermeier; GfH
IPZ 5c Dr. E. Seigner A. Lutz Dr. S. Seefelder	Mehltauisolate und ihr Einsatz in der Mehлтаuresistenzzüchtung bei Hopfen	2006-2010 2011-2012	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.; Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.	EpiLogic
IPZ 5c Dr. E. Seigner	Charakterisierung der Interaktion Hopfen-Hopfenmehltau auf Zellebene und Funktionsanalyse von an der Abwehr beteiligten Genen	2008-2011	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG	Prof. Hückelhoven, TUM-WZW; Dr. Reichmann; IPZ 3b; EpiLogic
IPZ 5c Dr. S. Seefelder Dr. E. Seigner	Genotypisierung von <i>Verticillium</i> -Pathotypen aus der Hallertau – Grundlegende Erkenntnisse zur Risikoeinschätzung von <i>Verticillium</i> -Infektionen	2008-2013	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG; Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft (Wifö)	E. Niedermeier, IPZ 5a; Dr. Radisek, Slov. Institute of Hop Research and Brewing; SL; Prof. G. Berg, Karl-Franzens-Uni. Graz, Österreich,
IPZ 5c Dr. E. Seigner A. Lutz IPS 2c Dr. L. Seigner	Monitoring von Hopfen auf Hop stunt viroid in Deutschland Monitoring von gefährlichen Viren- und Viroidinfektionen bei Hopfen in Deutschland	2008-2010 2011	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.	Dr. K. Eastwell, Washington State University Prosser, USA
IPZ 5d Dr. Kammhuber	Differenzierung und Klassifizierung des Welthopfensortiments mit Hilfe der niedermolekularen Polyphenole	2010-2011	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten (StMELF)	TUM Weihenstephan, Dr. Coelhan

10 Forschungsschwerpunkte

AG	Projekt	Laufzeit	Kooperation
5a	Produktionstechnische und betriebswirtschaftliche Spezialberatung im Hopfenbau	Dauer-aufgabe	
5a	Produktionstechnische und betriebswirtschaftliche Auswertung von Hopfenschlagkarteien	Dauer-aufgabe	
5a	Erarbeitung und Aktualisierung von Beratungsunterlagen	Dauer-aufgabe	
5a	Auswertung von Peronospora-Prognosemodellen und Erstellen von Warndiensthinweisen	Dauer-aufgabe	
5a	Optimierung der PS-Applikations- und Gerätetechnik; 2009: Spritzbelagsmessungen bei unterschiedl. Gebläsetypen Spritzbelagsmessungen mit einem neuartigen Sprühgerät	Dauer-aufgabe	
5a	Versuche zur Bewässerungssteuerung im Hopfenanbau	2005-2011	Fa. Mosler; DWD; IAB
5a	Automatisierung der Trocknung und Konditionierung	2007-2010	Fa. ATEF
5a	Stickstoffsteigerungsversuch mit Flächen- und Banddüngung	2007-2011	
5a	Entwicklung eines Gerätes zur vollautomatischen Drahtaufhängung im Hopfenanbau	2008-2010	Institut für Landtechnik u. Tierh.; Fa. Soller
5a	Sortenreaktion auf Reduzierung der Gerüsthöhe (6 m) und Erprobung neuer PS-Applikationstechniken	2008-2010	Fa. Mitterer
5a	Blattdüngung mit Pentakeep	2008-2010	
5a	Erprobung des Witterungsmodells Adcon für den Peronospora-Warndienst	2008-2013	Hopfenring
5a	Untersuchungen zur Statik von Hopfengerüstanlagen	2009-2010	Planungs- und Ingenieurbüro Breitner
5a	Positionierung der Tropfschläuche bei der Hopfenbewässerung	2009-2011	
5a	Hallertauer Modell zum Ressourcen schonenden Hopfenanbau	2010-2014	LWF; LfU Fa. Ecozept
5b	Prüfung von Pflanzenschutzmitteln auf Wirksamkeit gegen die verschiedenen Schadorganismen und Verträglichkeit im Hopfen als Voraussetzung für die Zulassung bzw. Genehmigung dieser Produkte im Hopfen – Amtliche Mittelprüfung nach EPPO – und GEP – Richtlinien; 2010: 87 Versuchsvarianten mit 40 Produkten an 29 Standorten	Dauer-aufgabe	Pflanzenschutz – firmen, Hopfenpflanzer
5b	Phytosanitäre Maßnahmen zur Neuanlage von Hopfengärten auf alte Hopfenflächen - 2 Versuchsvarianten	2009 - 2010	2 Hopfenpflanzer
5b	Bekämpfung von Bodenschädlingen	2005 -	Hopfenpflanzer
5b	EU-weite Harmonisierung der Versuchsdurchführung für Pflanzenschutzversuche im Hopfen	2005 -	Institute in FR, CR, SI, UK, PL

AG	Projekt	Laufzeit	Kooperation
5b	Versuche zur Reduzierung des Kupfereinsatzes zur Bekämpfung der Peronospora	2006 -	Spiess-Urania
5b	Prüfung von Additiven zur Wirkungsverbesserung von Insektiziden	2009 - 2010	1 Hopfenpflanzer
5b	Pflanzenschutz nach Warndienst und Bekämpfungsschwellen in zwei Sorten eines Praxisgartens; ein Kosten- und Arbeitsvergleich zur praxisüblichen Anwendung	2009 - 2013	1 Hopfenpflanzer
5c	Züchtung von krankheitsresistenten Qualitätssorten im Aroma- und Bitterstoffbereich	Daueraufgabe	EpiLogic, Dr. F. Felsenstein, Freising
5c	Testung von Wildhopfen als neue genetische Ressource für die Mehlauresistenzzüchtung	seit 1999	EpiLogic, Dr. F. Felsenstein, Freising
5c	Züchtung von Qualitätssorten im Aroma- und Bitterstoffbereich mit optimierten Inhaltsstoffen	Daueraufgabe	IPZ 5d
5c	Differenzierung von Hopfensorten über molekulare Techniken als Beitrag zur Qualitätssicherung	Daueraufgabe	IPZ 5d; Vermehrungsbetriebe; Hopfenhandel
5c	Virusuntersuchungen bei den wichtigsten Hopfensorten und Zuchtstämmen	Daueraufgabe	IPZ 5b
5c	Einsatz von molekularen Markern zur Testung von Zuchtmaterial auf Mehlauresistenz und zur Unterscheidung von männlichen und weiblichen Sämlingen	Daueraufgabe	
5c	Meristemkulturen zur Eliminierung von Viren als Voraussetzung für virusfreies Pflanzgut	Seit 2009	
5c	Optimierung der in vitro-Vermehrung - v.a. bei Fremdsorten und Wildhopfen	Seit 2010	
5d	Durchführung aller analytischen Untersuchungen zur Unterstützung der Arbeitsgruppen des Arbeitsbereichs Hopfen, insbesondere der Hopfenzüchtung	Daueraufgabe	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 α -Säuren und deren ortho-Phenyldiamin-Komplexen zur Überprüfung und Kalibrierung der Kalibrierextrakte ICE 2 und ICE 3	Daueraufgabe	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik AHA
5d	Ringversuche zur Überprüfung und Standardisierung von wichtigen Analysenparametern innerhalb der AHA-Labors (z. B. Linalool, Nitrat, HSI)	Daueraufgabe	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik AHA
5d	Entwicklung einer NIRS-Kalibrierung für den α -Säuregehalt basierend auf HPLC-Daten	2000-offen	
5d	Organisation und Auswertung von Ringanalysen zur α -Säurebestimmung für die Hopfenlieferungsverträge	2000-offen	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik AHA
5d	Sortenüberprüfung für die Lebensmittelüberwachungsbehörden	Daueraufgabe	Landratsämter (Lebensmittelüberwachung)
5d	Einführung und Etablierung der UHPLC in die Hopfenanalytik	2008-offen	

11 Personal IPZ 5 - Arbeitsbereich Hopfen

Für die Landesanstalt für Landwirtschaft - Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Hüll / Wolnzach / Freising waren im Jahre 2010 tätig (AG = Arbeitsgruppe):

IPZ 5

Koordinator: LLD Engelhard Bernhard

Dandl Maximilian
Felsl Maria
Fischer Elke (ab 01.07.2010)
Hertwig Alexandra (Sonderurlaub ab 01.07.2010)
Hock Elfriede
Krenauer Birgit
Maier Margret
Mauermeier Michael
Pflügl Ursula
Presl Irmgard
Suchostawski Christa
Waldinger Josef
Weiher Johann

IPZ 5a

AG Hopfenbau, Produktionstechnik

LD Portner Johann

Fischer Elke
LOI Fuß Stefan
LA Münsterer Jakob
LA Niedermeier Erich
LAR Schätzl Johann

IPZ 5b

AG Pflanzenschutz im Hopfenbau

LLD Engelhard Bernhard

LOI Eicheldinger Renate (Elternzeit)
LTA Ehrenstraßer Olga
B. Sc. Lachermeier Ute
LHS Meyr Georg
Dipl.-Ing. (FH) Schwarz Johannes
Dipl.-Ing. (FH) Sterler Andreas
(ab 19.04. bis 30.09.2010)
Dr. rer. nat. Weihrauch Florian

IPZ 5c

AG Züchtungsforschung Hopfen

RD Dr. Seigner Elisabeth

Agr.-Techn. Bogenrieder Anton
CTA Forster Brigitte
Frank Daniel
MS Biotech. (Univ.) Drogenigg Katja
(ab 01.06.2010)
CTA Hager Petra (ab 01.03.2010)
LTA Haugg Brigitte
LTA Kneidl Jutta
LAR Lutz Anton
CL Mayer Veronika (bis 14.03.2010)
Dipl.-Biol. (Univ.) Oberhollenzer Kathrin
CL Petosic Sabrina
BL Püschel Carolyn
ORR Dr. Seefelder Stefan
Ziegltrum Ursula (bis 31.12.2010)

IPZ 5d

AG Hopfenqualität und -analytik

ORR Dr. Kammhuber Klaus

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