

**SCIENTIFIC COMMISSION OF THE INTERNATIONAL
HOP GROWERS' CONVENTION**

**COMMISSION SCIENTIFIQUE DU COMITE INTERNATIONAL
DE LA CULTURE DU HOUBLON**

**WISSENSCHAFTLICHE KOMMISSION DES INTERNATIONALEN
HOPFENBAUBÜROS**



**Bericht zur Tagung der
Wissenschaftlichen Kommission des IHB
in Tett nang und der Hallertau,
Deutschland, vom 24. - 29. Juni 2007
von Elisabeth Seigner**

58 Wissenschaftler und Vertreter der Hopfen- und Brauindustrie aus 14 Ländern trafen sich vom 24. – 28. Juni 2007 in Tett nang, Deutschland, um an der Tagung der Wissenschaftlichen Kommission teilzunehmen.

In 23 Vorträgen und 21 Postern stellten die Wissenschaftler ihre Arbeiten zu folgenden Themen vor:

- Hopfenzüchtung
- Entwicklungsphysiologie
- Hopfenchemie und Analytik
- DNA-basierte Methoden in der Hopfenforschung
- Krankheiten und Schädlinge bei Hopfen
- Hopfenproduktion
- US Hop Research Council



Die Tagung der Wissenschaftlichen Kommission hat sich erneut als wertvolles Forum erwiesen, in dem Hopfenexperten mit unterschiedlichem Background und verschiedenen Zuständigkeiten und ihre Partnern aus der Hopfen- und Brauwirtschaft an einen Tisch gebracht werden. So konnten sowohl wissenschaftliche Fragestellungen als auch aktuelle Probleme, die Hopfenpflanzler und den Hopfenmarkt betreffen, diskutiert und erörtert werden, um gemeinsame Strategien für die Zukunft zu entwickeln.

Zu Beginn der Tagung stellten Dr. Johann Pichlmaier, Präsident des Verbandes Deutscher Hopfenpflanzler, Dr. Reinhold Kugel von Joh. Barth & Sohn sowie Dr. Willy Buholzer von Anheuser-Busch das Thema Hopfenforschung aus der Perspektive der Hopfenpflanzler, des Hopfenhandels und der Hopfenveredelung wie auch der Brauwirtschaft dar. Alle Sprecher bekannten sich mit einem klaren Plädoyer zur Forschung, mit dem Ziel, das Weltmarktprodukt „Hopfen“ beständig weiter zu verbessern.

Session I: Hopfenzüchtung

Hoher Ertrag, ausgezeichnete Brauqualität und eine breite Resistenz gegenüber Krankheiten und Schädlingen – das sind die Ziele, die in allen Züchtungsprogrammen verfolgt werden. Aus ökonomischer Sicht sind Hochalphasorten für die Brauwirtschaft unerlässlich,

dennoch werden Aromahopfen mit besonderen Aromaqualitäten verstärkt von den Brauern für den Premiumsektor bei den Bieren nachgefragt. Somit hat die Züchtung von Aromasorten wieder an Bedeutung gewonnen, wie die Züchtungsprogramme aus England, Tschechien und Neuseeland beweisen. Zwerghopfen sind die Grundvoraussetzung für einen umweltfreundlicheren und kostengünstigeren Anbau von Hopfen auf Niedrigerüstanlagen. Deshalb ist die Züchtung von Zwerghopfen, die auf dieses neue Anbausystem adaptiert sind, entscheidend, damit Hopfenpflanzler die Vorteile des Niedrigerüstanbaus nutzen können und dadurch ihre Wettbewerbsfähigkeit auf den internationalen Märkten verbessern können. Als strategisch bedeutsam wird die Entwicklung von Hopfensorten mit höheren Betasäuregehalten oder bestimmten Prenylflavonoiden wie z. B. Xanthohumol gesehen. Damit werden alternative Verwendungsmöglichkeiten für Hopfen im pharmazeutischen oder in anderen Bereichen eröffnet. Des Weiteren werden diese polyphenolreichen Hopfen auch von der Brauwirtschaft wegen spezieller Einflüsse auf die Bierqualität nachgefragt.



Breite Krankheitsresistenz ist oberste Priorität bei allen Sorten. In einem Vortrag wurden daher verschiedene Selektionsmethoden auf Resistenz gegenüber den wichtigsten Pilzkrankheiten vorgestellt und diskutiert.

Erweiterung der genetischen Ressourcen und vor allem die Suche nach neuen Quellen für Krankheits- und Trockenheitsresistenz waren die Zielsetzungen, weshalb Wildhopfen aus verschiedensten Ursprungsregionen Europas, Asiens, Australiens und Nordamerikas gesammelt wurden. Sie wurden hinsichtlich Krankheitsresistenz, Bitter- und Aromaqualität und agronomischer Leistungsmerkmale über mehrere Jahre umfassend charakterisiert und evaluiert. Dabei zeigte sich vor allem im Bereich Mehltaresistenz ein neues, bislang nicht genutztes Potential. Darüber hinaus wurde ein breites Reservoir an verschiedenen Adaptationsleistungen an andere Pathogene und trockenere Klimabedingungen festgestellt. Wildhopfen sind die entscheidende Ergänzung des bestehenden Genpools, der erhalten, gepflegt und ständig erweitert werden muss, um die züchterische Anpassung der Hopfensorten an die mannigfaltigen, sich ständig wandelnden Forderungen der Brau- und Hopfenwirtschaft an Resistenz- und Qualitätseigenschaften zu sichern und um auf klimatische Veränderungen reagieren zu können.

Session II: Entwicklungsphysiologie

Die hormonellen Vorgängen bei der Umsteuerung von der vegetativen zur generativen Phase im Hopfen bis zum Beginn der Blütenbildung wurden genauer beleuchtet. Fundierte Kenntnisse sind nötig, um diese entwicklungsphysiologischen Prozesse zu verstehen und dem Ziel näher zu kommen, in Zukunft die Blüten- und damit auch die Doldenbildung steuern zu können.

Session III: Hopfenchemie

Bei den Hopfeninhaltsstoffen besteht großes Interesse an Prenylflavonoiden und dabei vor allem an Xanthohumol. In medizinischen Studien konnte für diese Substanz eine Vielfalt an gesundheitsfördernden Eigenschaften beschrieben werden, insbesondere zeigten mehrere Untersuchungen eine antikanzerogene Wirkung. Die ersten Xanthohumol-angereicherten Hopfenextrakte (bis zu 95 %) sind in kommerziellem Maßstab erhältlich. Auch bei der Bierherstellung haben Polyphenole, die auch die eben beschriebenen Prenylflavonoide einschließen, an Bedeutung gewonnen. Aufgrund ihres hohen antioxidativen Potenzials tragen sie zur Stabilisierung des Bieres bei. Daher wurde genau untersucht, bei welchen Schritten von der Hopfentrocknung bis zur Pelletierung und Langzeitlagerung Polyphenole und damit antioxidative Aktivität verloren gehen.



In einem weiteren Vortrag wurden die chemischen Daten von Bittersäuren und Xanthohumol einiger Hopfensorten erfasst und statistisch bewertet. Über die sog. Chemometrik wurde eine Klassifizierung von Hopfensorten vorgenommen, wodurch die Authentizität von Hopfenproben bestätigt werden konnte.

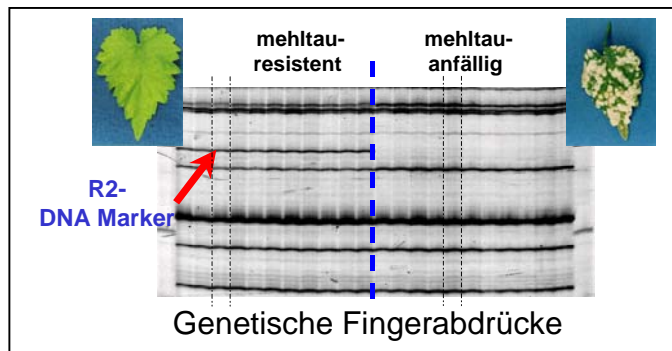
Weitere Erkenntnisse wurden zur Biosynthese von Bittersäuren dargestellt. Detailliertes Wissen über die verschiedenen Enzyme und Zwischenprodukte auf dem Biosyntheseweg zu Beta- und Alphasäuren ist für Züchter und Molekularbiologen von größtem Interesse.

Session IV: DNA-basierte Techniken in der Hopfenforschung

Die molekulare Charakterisierung des Hopfengenoms schreitet immer weiter voran: Genetische Karten für Hopfen mit verschiedenstem genetischen Background (amerikanischen, europäischen und japanischen) wurden unter Nutzung der AFLP- (amplified fragment length polymorphism) und SSR- (simple sequence repeats) Technik erstellt. Vor Kurzem wurde auch die Diversity Array Technology (DART) zur Genotypisierung von *Humulus lupulus* eingeführt.

Die Fülle der dabei erzeugten genetischen Daten wird bei der Einschätzung der genetischen Variabilität für den Züchter ebenso benötigt wie bei der Qualitätsbeurteilung von Hopfenmustern für den Hopfenhandel und die Brauwirtschaft. Des Weiteren konzentrieren sich die genomanalytischen Arbeiten auf die Identifizierung und Kartierung von Resistenzloci, die Widerstandsfähigkeit gegenüber Echtem Mehltau oder *Verticillium* spp. steuern. In zunehmenden Maße werden auch QTLs für den Alphasäuregehalt entwickelt.

Die praktische Anwendung dieser molekularen Marker im Züchtungsprozess ist entweder schon gegeben oder folgt in Kürze. Denn die Vorteile einer marker-gestützten Selektion sind offensichtlich: Molekulare Selektionsmarker erleichtern den Selektionsschritt und damit den gesamten Züchtungsprozess, indem sie eine zuverlässige, effiziente und schnelle Auslese von Kreuzungspartnern und Nachkommen ermöglichen.



Aufbauend auf der Erkenntnis, dass Resistenzgene in allen Kulturarten gleiche bzw. ähnliche DNA-Sequenzen aufweisen, wurden beim Hopfen zwei neue Wege beschritten, um zuverlässige, hoch informative Selektionsmarker für Krankheitsresistenz zu entwickeln. Die cDNA-AFLP-Analyse gemeinsam mit dem sog. „differential display“ erlaubt es erstmals, direkt an der Pathogenabwehr beteiligte Gene zu erfassen und dabei überaus zuverlässige Selektionsmarker zu erarbeiten. Zudem wurde mit bestimmten PCR-Primern nach Regionen auf dem Erbmateriale des Hopfens gesucht, die Ähnlichkeit mit Resistenzgenen (R-Gene) bei anderen Pflanzen haben und daher vermutlich bei der Pathogenabwehr beteiligt sind. Auch diese homologen Sequenzen zu R-Genen werden künftig als sehr aussagekräftige Resistenzmarker zur Verfügung stehen.

Molekulare Techniken wurden nicht nur dazu genutzt, um die Sequenz und die Expression von funktionellen Genen, die bei Resistenzprozessen beteiligt sind, zu studieren, sondern auch um Stoffwechselwege zu erforschen, die für die Brauwirtschaft oder für den pharmazeutischen Bereich interessant sind. So wurde beispielsweise die Real-time PCR eingesetzt, um sogenannte Kandidaten-Gene zu verifizieren, die möglicherweise bei der Biosynthese von Xanthohumol und anderen Prenylchalkonen eine Rolle spielen.

Eine neue Perspektive für die Zukunft kann der Gentransfer sein. Die ersten transgenen Hopfenpflanzen mit neu eingeführten Resistenzgenen wie der Stilbensynthase aus der Weintraube und hopfeneigenen Chitinasen wurden entwickelt. Verbesserte, lang wirksame Krankheitsresistenz und die Umsteuerung von Stoffwechselwegen - z. B. die Synthese von mehr Alpha-, Betasäuren oder quantitativ veränderten Prenylflavonoiden, was den Bedürf-

nissen des Marktes entspricht - sind Zielsetzungen für die Zukunft, die über Gentransfer realisiert werden sollen.

Am Beispiel der Chalkonsynthese, einem Schlüsselenzym bei der Biosynthese von Bitterstoffen bzw. Prenylchalkonen (z. B. Xanthohumol) untersuchten Hopfenforscher die komplexen Regulationsvorgänge. Detaillierte Kenntnisse über die verschiedenen Regulationselemente eröffnen die Möglichkeit, Synthesewege von wirtschaftlich bedeutenden Substanzen durch Transformation zu steuern. Dies wäre ein erster Schritt auf dem Weg zur „maßgeschneiderten“ Hopfensorte.

Session V: Krankheiten und Schädlinge beim Hopfen

Begünstigt durch die klimatischen Veränderungen, die in den letzten Jahren immer deutlicher auftraten, zeigen sich auch Schädlinge wie z.B. *Psylliodes attenuata*, die früher im Hopfengarten kaum ein Problem darstellten.

Konsens bestand darüber, dass für ein wirkungsvolles Management von Hopfen-Krankheiten und Schädlingen möglichst viele Informationen zur Verfügung stehen müssen. Ein Kompendium mit umfassenden Informationen zu den verschiedensten Hopfenkrankheiten und Schädlingen, das demnächst veröffentlicht wird, wird eine wichtige Informationsquelle dazu sein. Darüber hinaus ist auch die genaue Typisierung von Hopfen-Pathogenen entscheidend, um die richtige Bekämpfungsstrategie zu wählen. Dieser Zielsetzung folgend wurden Echter Mehltau, Hopfen-*Peronospora*, *Verticillium*-Stämme, *Fusarium*-Arten und auch verschiedene Hopfenviren unter Nutzung konventioneller, biochemischer und molekularer Techniken identifiziert und charakterisiert.



Für tierische Schädlinge wie die Hopfenblattlaus, die insbesondere in heißen Sommern den Hopfen schädigen, wird in Tschechien wie auch andersorts über zunehmende Resistenzentwicklung gegen Imidacloprid, dem Hauptwirkstoff zur Blattlausbekämpfung, berichtet. Damit ist die Zulassung neuer, voll wirksamer Blattlausmittel dringend nötig. Im Ökohopfen hat sich dabei Quassia als vielversprechendes Blattlausmittel gezeigt. Die offizielle Zulassung eines standardisierten Quassiaproduktes fehlt bislang. Ein EU-weit registriertes Quassia-basiertes Präparat könnte möglicherweise auch eine Alternative für konventionell arbeitende Betriebe sein.

Die Harmonisierung der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln zum Abbau von Handelsbeschränkungen im internationalen Hopfenmarkt ist ein drängendes Anliegen. Als wesentlicher Punkt, um die EU-weite Registrierung neuer Pflanzenschutzmittel voranzutreiben, wurde die gegenseitige Anerkennung von Wirksamkeitsversuchen mit neuen Produkten in allen EU-Ländern herausgestellt. Standardisierte Applikationsmethoden und Dosierungsvorschriften, die in den EPPO-Richtlinien künftig fixiert werden müssen, wurden für Hopfen als Grundvoraussetzung für die Durchführung und gegenseitige Anerkennung von Wirkstoffversuchen in einem Beitrag zusammengestellt.

Analytische Bestimmungen von Pflanzenschutzmittelrückständen in Hopfenproben zeigten, dass die Rückstände stets deutlich unterhalb des maximalen Rückstandsniveaus sind. Somit ist für Hopfen und Hopfenprodukte höchste Lebensmittelsicherheit gegeben.

Session VI: Hopfenproduktion

Zwei Beiträge lieferten neue Erkenntnisse wie künstliche Bewässerung zur Ertrags- und Qualitätssicherung beitragen kann und wie veränderte Gerüstsysteme hinsichtlich Stabilität und Wirtschaftlichkeit zu beurteilen sind.

Session VII: US Hop Research Council (www.hopresearchcouncil.org)

In einem Bericht wurden die Zielsetzung und die aktuellen Projekte, die durch das Hop Research Council (HRC) gefördert werden, vorgestellt. Dadurch sollte der Kontakt und Austausch zwischen dem HRC und der Wissenschaftlichen Kommission intensiviert werden. Der US Hop Council, in dem Brauer, Hopfenhändler und Hopfenpflanzerorganisationen vertreten sind, unterstützt Forschungsarbeiten, die den Wünschen und Anforderungen seiner Mitglieder entsprechen. Die aktuell laufenden Projekte befassen sich mit der Verbesserung von agronomischen Leistungsmerkmalen und Qualität. Kostensenkung bei der Hopfenproduktion und –verarbeitung sind ebenso Forschungsthemen wie die Bekämpfung und Kontrolle von Krankheiten und tierischen Schädlingen im US Hopfen

Exkursionen und Informationen rund um das Tettninger und Hallertauer Hopfenanbaugebiet:

Die Tagungsteilnehmer lernten auf ihren Exkursionen zu einem Hopfenbaubetrieb und zum Hopfen-Versuchsfeld Strass wie auch mit ihren Besuchen der Hopfenmuseen in Tettning und Wolnzach vieles über die Struktur, über Besonderheiten und Tradition der Hopfenanbaugebiete in Tettning und der Hallertau kennen.



Führungen am Hopfenforschungszentrum Hüll, im Hallertauer Hopfenveredelungsbetrieb von Hopsteiner sowie im Pelletierwerk und in der Versuchsbrauerei der Hopfenveredelung St. Johann, die gemeinsam von J. Barth & Söhne und der HVG Hopfenverwertungsgenossenschaft e.G. geführt werden, ergänzten das Bild. Des Weiteren waren die Tagungsteilnehmer im Haus des Hopfens bei der HVG Hopfenverwertungsgenossenschaft e.G. zu Gast und konnten so die HVG auch in ihrer Aufgabe als Erzeugergemeinschaft kennen lernen.

Bei allen Besuchen und Besichtigungen wurde die enge Verflechtung von praxisnaher Forschung, Hopfenpflanzern und Verarbeitungsbetrieben überaus deutlich. Sie sind die Schlüsselemente für den Erfolg von deutschem Hopfen und Hopfenprodukten auf dem Weltmarkt.

Ich hoffe, die Vortragstagung wie auch die Exkursionen und Führungen gaben jedem einzelnen Tagungsteilnehmer die Möglichkeit, Neues zu erfahren und kennen zu lernen. So dass eine Fülle an Information und neuer Ideen mit nach Hause genommen werden konnte. Vielleicht hat auch der ein oder andere Tagungsteilnehmer bereits einen Entwurf für eine künftige Zusammenarbeit mit Partnern aus der Hopfen- und Brauwelt.

Die Wissenschaftliche Kommission wünscht viel Erfolg bei allen Forschungen rund um den Hopfen.

Dr. Elisabeth Seigner
Sekretärin, Wissenschaftliche Kommission, IHB

Juni 2007