



**LfL**

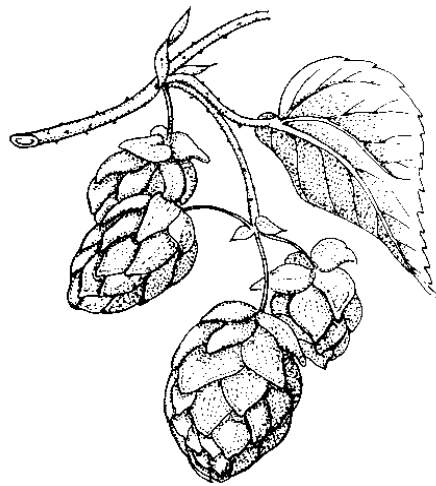
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



*Wir forschen Hopfen*

# **Jahresbericht 2018**

## **Sonderkultur Hopfen**



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

**März 2019**



# **LfL-Information**

**Impressum:**

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

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

1. Auflage: März 2019

Druck: ES-Druck, 85356 Freising-Tüntenhausen

Schutzgebühr: 5,-- €

## Vorwort

Jedes Jahr ist anders und hält für den Hopfenanbau neue Herausforderungen bereit. Generell kann man jedoch sagen, dass die Klimaerwärmung nicht mehr widerlegbar ist und sich heiße und trockene Sommer häufen. So stand auch das Jahr 2018 ganz im Zeichen des Klimawandels. Die ersten Zweidrittel des März waren noch sehr winterlich, doch dann startete der Frühling und ging direkt in den Sommer über. Die Vegetationsperiode war überdurchschnittlich warm und trocken, was dazu führte, dass der Hopfen sehr früh zu blühen begann und die Ernte historisch früh startete. Die Erträge lagen leicht und die alpha-Säuregehalte deutlich unter dem Durchschnitt. Dies zeigt, dass Forschungsarbeiten zum Thema Bewässerung sehr aktuell sind. Für die Anpassung an den Klimawandel ist aber in erster Linie die Züchtung gefragt. Die neuen Hüller Sorten Mandarina Bavaria und Hallertau Blanc sowie Herkules und Polaris stellten auch unter diesen extremen Witterungsbedingungen des Jahres 2018 erneut ihre verbesserte Stresstoleranz unter Beweis.

Bei den Krankheiten und Schädlingen gab es im Jahr 2018 große Probleme mit echtem Mehltau und mit hartnäckigem Spinnmilbenbefall. Das erfolgreiche Volksbegehren zur Artenvielfalt wird sicher die Verfügbarkeit von Pflanzenschutzmitteln nicht fördern. Auch die Düngeverordnung wird von den Landwirten große Anstrengungen zum Schutz des Grundwassers verlangen. In der Arbeitsgruppe Hopfenanbau und Produktionstechnik werden in einem Projekt die Grundlagen für eine gezielte, bedarfsgerechte Düngung mit effizienter Ausnutzung der Nährstoffe erarbeitet. Zudem wird die Stickstoffdynamik in Hopfenböden und die Umsetzung der Rebenhäcksel erforscht mit dem Ziel der Optimierung des Düngemanagements und der Vermeidung von Gewässerbelastungen.

Die Arbeitsgruppe IPZ 5d Hopfenqualität und -analytik hat eine wichtige Querschnittsfunktion und führt alle analytischen Untersuchungen für die anderen Arbeitsgruppen, insbesondere die Züchtung, durch. In den letzten Jahren hat die Gesellschaft für Hopfenforschung umfangreich in Analysengeräte investiert. Im Jahr 2018 wurde die Beschaffung eines Flüssigprobengebers als Ergänzung für das Gaschromatographie-Massenspektrometer-System genehmigt, so dass jetzt auch Wasserdampfdestillate untersucht werden können.

Die Euphorie um die Craft-Biere und „Special-Flavor-Hopfen“ ist etwas gedämpft worden. Momentan gibt es ein Überangebot an diesen Hopfensorten, was sich auch im Preis und in der Nachfrage niederschlägt. Ansonsten ist der Hopfenmarkt erfreulich. Die Vertragsdeckung ist sehr hoch und die Preise, insbesondere beim Freihopfen, sind sehr gut. Bei den Bitterhopfen ist sogar ein Defizit vorhanden.

Die Herausforderungen beim Hopfen werden in den nächsten Jahren eher zunehmen. Die LfL-Hopfenforschung ist jedoch so gut positioniert, dass sie in der Lage ist, diesen Herausforderungen zu begegnen und anstehende Probleme zum Wohl des Hopfenbaus in Bayern und Deutschland zu lösen. Der folgende Jahresbericht stellt die Forschungsaktivitäten der Hopfenforschung Hüll umfassend dar. Erfolgreiche Forschung ist nicht möglich ohne den Fleiß, das Engagement und die Kreativität aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Hüll, Wolnzach und Freising. An dieser Stelle sei Ihnen ein besonderer Dank ausgesprochen.

Dr. Michael Möller  
Vorsitzender des Vorstandes  
der Gesellschaft für Hopfenforschung

Dr. Peter Doleschel  
Leiter des Instituts für  
Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

# Inhaltsverzeichnis

Seite

<b>1</b>	<b>Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen .....</b>	<b>7</b>
1.1	Laufende Forschungsvorhaben .....	7
1.2	Forschungsschwerpunkte .....	31
1.2.1	Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik .....	31
1.2.2	Forschungsschwerpunkte Pflanzenschutz im Hopfen.....	34
1.2.3	Forschungsschwerpunkte Hopfenqualität und Analytik .....	35
<b>2</b>	<b>Witterung und Wachstumsverlauf 2018 - Auswirkungen auf produktionstechnische Maßnahmen und Schaderregeraufkommen in der Hallertau.....</b>	<b>38</b>
2.1	Witterung und Wachstumsverlauf 2018.....	38
2.2	Situation bei Krankheit und Schädlingsbefall.....	38
2.3	Besonderheiten 2018.....	39
<b>3</b>	<b>Statistische Daten zur Hopfenproduktion .....</b>	<b>41</b>
3.1	Anbaudaten .....	41
3.1.1	Struktur des Hopfenbaus .....	41
3.1.2	Hopfenbausorten 2018 .....	43
3.2	Ertragssituation im Jahr 2018.....	45
<b>4</b>	<b>Züchtungsforschung Hopfen.....</b>	<b>48</b>
4.1	Kreuzungen 2018 .....	48
4.2	Die neuen Hüller Zuchtsorten trotz dem Extremjahr 2018 - sie beweisen Klimatoleranz und Brauvielfalt.....	48
4.3	Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettninger .....	55
4.4	Entwicklung von leistungsstarken, gesunden Hopfen mit hohen Alphasäuregehalten und besonderer Eignung für den Anbau im Elbe-Saale-Gebiet.....	56
4.5	Forschung und Arbeiten zur <i>Verticillium</i> -Problematik bei Hopfen - Molekularer Nachweis direkt aus der Rebe über Realtime-PCR.....	60
4.6	Meristemkultur zur Erzeugung von gesundem Pflanzgut.....	62
4.7	Etablierung eines Blatt-Testsystems zur Beurteilung der Toleranz von Hopfen gegenüber Falschem Mehltau ( <i>Pseudoperonospora humuli</i> ) .....	64
<b>5</b>	<b>Hopfenbau, Produktionstechnik.....</b>	<b>67</b>
5.1	N <sub>min</sub> -Untersuchung 2018 .....	67
5.2	Modellvorhaben: „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz“, Teilvorhaben „Hopfenanbau in Bayern“ (ID 5108).....	68
5.3	Entwicklung optimaler Luftverteilersysteme bei Neukonstruktion eines für die Hopfentrocknung spezialisierten Bandtrockners (ID 6055).....	75
5.4	Verbesserung der Trocknungsabläufe durch gleichmäßige Temperatur- und Luftverteilung in Praxisdarren .....	78
5.5	Verfügbarkeit von Stickstoff aus Hopfenrebenhäckseln für Weidelgras im Gefäßversuch.....	81
5.6	Methoden zur Feststellung des Stickstoffernährungszustandes im Hopfen.....	85
5.7	LfL-Projekte im Rahmen der Produktions- und Qualitätsinitiative.....	90

5.7.1	Jährliche Erhebung, Untersuchung und Auswertung von Qualitätsdaten von Hopfen nach der Ernte .....	91
5.7.2	Jährliche Erhebung und Untersuchung des Schädlingsbefalls in repräsentativen Hopfengärten in Bayern.....	93
5.7.3	Ringanalysen zur Qualitätssicherung bei der Alphasäurenbestimmung für Hopfenlieferungsverträge.....	93
5.8	Beratungs- und Schulungstätigkeit .....	94
5.8.1	Informationen in schriftlicher Form.....	94
5.8.2	Internet und Intranet.....	94
5.8.3	Telefonberatung, Ansagedienste .....	94
5.8.4	Vorträge, Tagungen, Führungen, Schulungen und Versammlungen.....	95
5.8.5	Aus- und Fortbildung .....	95
<b>6</b>	<b>Pflanzenschutz im Hopfen.....</b>	<b>96</b>
6.1	Schädlinge und Krankheiten des Hopfens .....	96
6.1.1	Drahtwurm, Liebstöckelrüssler und Hopfen-Erdfloh .....	96
6.1.2	Gemeine Spinnmilbe.....	96
6.1.3	Blattlaus .....	96
6.1.4	Peronospora.....	98
6.1.5	Echter Mehltau .....	99
6.1.6	<i>Verticillium</i> -Welke.....	99
6.2	GfH-Projekt zur <i>Verticillium</i> -Forschung .....	99
6.2.1	Forschung und Arbeiten zur <i>Verticillium</i> -Problematik bei Hopfen.....	99
6.2.2	Aubergine ( <i>Solanum melongena</i> ) als Zeigerpflanze für <i>Verticillium</i> .....	101
6.2.3	Fernerkundung im Hopfen als objektive Bewertung von <i>Verticillium</i> -Schäden an Hopfengärten .....	104
<b>7</b>	<b>Ökologische Fragen des Hopfenbaus .....</b>	<b>105</b>
7.1	Entwicklung von Methoden zur Bekämpfung des Hopfen-Erdfloh <i>Psylliodes attenuatus</i> im Ökologischen Hopfenbau: Abschluss des Forschungsvorhabens.....	105
7.1.1	Ergebnisse 2018 .....	106
7.1.2	Das Öko-Erdflohprojekt in Schlagzeilen .....	107
7.2	Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbau-Praxis über Untersaaten.....	109
<b>8</b>	<b>Hopfenqualität und Analytik .....</b>	<b>113</b>
8.1	Allgemeines.....	113
8.2	Die Craft Brewer Bewegung revolutioniert die Hopfenphilosophie.....	114
8.2.1	Die Kalthopfung erlebt eine Renaissance .....	114
8.2.2	Die Aromastoffe gewinnen an Bedeutung .....	115
8.3	Optimierung der Inhaltsstoffe als Zuchtziel.....	116
8.3.1	Anforderungen der Brauindustrie .....	116
8.3.2	Alternative Anwendungsmöglichkeiten.....	116
8.4	Welthopfensortiment (Ernte 2017) .....	121
8.5	Arbeiten zur Erweiterung und Verbesserung der Aromaanalytik.....	127
8.5.1	Identifizierung und Quantifizierung von niedermolekularen Estern .....	128

8.5.2	Terpenalkohole.....	128
8.5.3	Polyfunktionale Thiole.....	129
8.6	Quantitative Bestimmung der Multifidole .....	129
8.7	Qualitätssicherung bei der alpha-Säurenanalytik für Hopfenlieferungsverträge.....	130
8.7.1	Ringanalysen zur Ernte 2018 .....	130
8.7.2	Auswertung von Kontrolluntersuchungen .....	132
8.8	Wöllmer - Analysen der neuen Hüller Zuchtsorten .....	133
8.9	Untersuchungen zur Biogenese der Bitterstoffe und Öle neuer Zuchtstämme .....	137
8.10	Aufbau von Kalibrierungen auf Basis von Konduktometer- und HPLC- Daten mit dem neuen Nahinfrarot-Reflektionspektroskopie-Gerät .....	141
8.11	Kontrolle der Sortenechtheit im Jahr 2018 .....	143
<b>9</b>	<b>Veröffentlichungen und Fachinformationen .....</b>	<b>144</b>
9.1	Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit .....	144
9.2	Veröffentlichungen .....	144
9.2.1	Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge .....	144
9.2.2	LfL-Schriften.....	146
9.2.3	Beiträge in Rundfunk und Fernsehen.....	146
9.2.4	Internetbeiträge .....	146
9.3	Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen .....	147
9.3.1	Durchgeführte Seminare, Symposien, Fachtagungen, Workshops.....	147
9.3.2	Durchgeführte interne Veranstaltungen .....	147
9.3.3	Gutachten und Stellungnahmen .....	148
9.3.4	Fachinformationen .....	148
9.3.5	Vorträge.....	149
9.3.6	Besuchte Messen und Ausstellungen .....	159
9.3.7	Praktika .....	159
9.3.8	Führungen .....	159
9.3.9	Ausstellungen und Poster .....	161
9.4	Mitarbeit in Arbeitsgruppen, Mitgliedschaften.....	162
<b>10</b>	<b>Personal IPZ 5 - Arbeitsbereich Hopfen.....</b>	<b>163</b>

# 1 Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen

## 1.1 Laufende Forschungsvorhaben

**Modellvorhaben: „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz“, Teilvorhaben „Hopfenanbau in Bayern“ (ID 5108)**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ 5a)
<b>Finanzierung:</b>	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
<b>Projektleiter:</b>	J. Portner
<b>Bearbeitung:</b>	R. Obster
<b>Kooperation:</b>	Julius Kühn-Institut (JKI) Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP) 5 Demonstrationsbetriebe (mit Hopfenbau) in der Hallertau
<b>Laufzeit:</b>	01.03.2014 – 30.04.2019

### Ziel

Im Rahmen des Nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln wurde das bundesweit laufende Modellvorhaben „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz“ auf den Hopfenbau erweitert und 2014 in der Hallertau ein „Teilvorhaben Hopfenanbau in Bayern“ eingerichtet.

Ziel war es den chemischen Pflanzenschutzmitteleinsatz im Hopfenanbau durch regelmäßige Bestandskontrollen und intensive Beratung auf das notwendige Maß zu begrenzen. Dabei waren die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes (IPS) zu beachten und nichtchemische Pflanzenschutzmaßnahmen, soweit vorhanden und praktikabel, vorrangig anzuwenden. Die Demonstrationsbetriebe sollten im Rahmen des MuD als nationale Leuchtturmbetriebe fungieren und die neuesten Erkenntnisse und Maßnahmen im Sinne des IPS sowohl innerhalb der Pflanzerschaft wie auch Beratern und der Öffentlichkeit näherbringen.

Mehr zu Durchführung, Aktionen und Ergebnissen unter 5.2

## **Verbesserung der Nährstoffeffizienz von Hopfen durch Düngesysteme mit Fertigation (ID 5612)**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ 5a)
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft HVG e. G.
<b>Projektleitung:</b>	J. Portner
<b>Bearbeitung:</b>	J. Stampfl, S. Fuß
<b>Kooperation:</b>	Prof. Dr. T. Ebertseder, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf Prof. Dr. F. Wiesler, LUFA Speyer Hopfenbaubetriebe in der Hallertau
<b>Laufzeit:</b>	2017 – 2020

Für ein stabiles Ertrags- und Qualitätsniveau stellt die Sonderkultur Hopfen hohe Ansprüche an die Wasserversorgung, wobei nicht nur die absolute Wassermenge, sondern auch die zeitliche Verteilung der Niederschläge wichtig ist. Vor diesem Hintergrund kann Bewässerung sowohl in Trockenjahren als auch bei ungleichmäßiger Niederschlagsverteilung zur Ertragsabsicherung und Risikominimierung von Bedeutung sein.

Neben Sicherstellung der Wasserversorgung von Pflanzen bieten Bewässerungssysteme aber auch die Möglichkeit, Pflanzennährstoffe mit dem Wasser auszubringen, wodurch eine exakte Steuerung von Zeitpunkt und Menge ermöglicht wird. Diese Form der Düngung wird als Fertigation bezeichnet und kommt in der Landwirtschaft vor allem in sehr trockenen Regionen der Welt zum Einsatz (z. B. Yakima Valley in den USA). Fertigation ermöglicht durch die gezielte Anpassung der Nährstoffversorgung an den Pflanzenbedarf im Verlauf der Vegetation eine optimale Pflanzenernährung und bietet zusätzlich den Vorteil, dass auch Umweltwirkungen wie Nährstoffausträge in andere Ökosysteme (z. B. Grundwasser) minimiert werden können. In der Hallertau wird ein Großteil der Pflanzennährstoffe durch das oberflächige Streuen granulierter Dünger ausgebracht, wobei vor allem unter trockenen Bedingungen die Gefahr besteht, dass diese nicht rechtzeitig zur Wirkung kommen und somit ungenutzt im Boden verbleiben.

Im Rahmen des Forschungsprojekts werden an der LfL im Zeitraum von 2017 bis 2019 Versuche im Hopfen zur optimalen Bewässerung und Fertigation im Hinblick auf die Stickstoff-Effizienz im Hopfenbau durchgeführt.

### **Projektziele**

- Optimierung der N-Düngung durch Anpassung der Ausbringzeitpunkte und -mengen
- Entwicklung von N-Düngesystemen mit Fertigation zur Anpassung der N-Ausbringung an:
  - ➔ Aufnahmeverlauf der Hopfenpflanze
  - ➔ N-Nachlieferung aus dem Boden
- Etablierung von Messmethoden zur Erfassung des aktuellen N-Versorgungszustandes einer Hopfenpflanze
- Verbesserung der N-Effizienz und Minimierung von N-Austrägen in andere Ökosysteme





Abb. 1.1: Tropfbewässerung Hopfen



Abb. 1.2: Düngereinspeisevorrichtung zur Fertigation

### Methodik

- Anlage und Durchführung exakter Düngungs- und Bewässerungsversuche im Zeitraum von 2017 bis 2019 an verschiedenen Standorten und Sorten
- Beerntung der Feldversuche zur Ermittlung der Dolden- und Restpflanzen-TM
- Analyse der Nährstoffgehalte in Dolden und Restpflanze
- Berechnung der N-Entzüge zur Beurteilung der N-Ausnutzung
- Entnahme von Bodenproben im Frühjahr und Herbst zur  $N_{\min}$ -Analyse
- Ermittlung der Biomasseentwicklung und Nährstoffaufnahme aktueller Hopfensorten im Vegetationsverlauf
- Wöchentliche Ausbringung definierter Stickstoff-Mengen über das Bewässerungswasser zum Zeitpunkt größter Aufnahmeraten (Abb. 1.3)
- Durchführung von SPAD-Meter- und Multispektral-Messungen zur Bestimmung des aktuellen N-Versorgungszustandes
- Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Wasserapplikationsformen bei verschiedenen N-Düngesystemen
- Anwendung klimatischer Modelle in Kombination mit Bodenfeuchte-Sensoren zur standortangepassten Steuerung der Tropfbewässerung

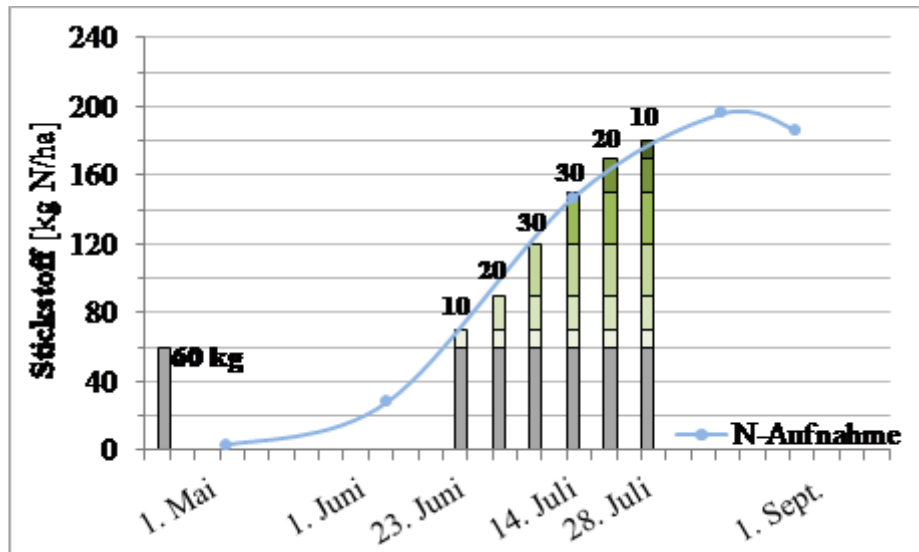


Abb. 1.3: N-Düngesystem mit Fertigation (1/3 Gestreut, 2/3 Fertigation), N-Aufnahme des Hopfens im Vegetationsverlauf.

### Ergebnisse

Erste Ergebnisse des Projekts aus den Jahren 2017 und 2018 zeigen, dass Ertrag und Qualität durch angepasste N-Düngesysteme mit Fertigation gezielt optimiert werden können. Des Weiteren wurde in Varianten mit Fertigation im Vergleich zur Referenz mit gestreuter N-Ausbringung eine höhere Gesamt-TM zum Erntezeitpunkt erfasst. Beim Vergleich der berechneten N-Entzüge wird deutlich, dass die Ausnutzung des Stickstoffs deutlich verbessert werden kann, wenn durch Fertigation zu bestimmten Zeitpunkten definierte N-Mengen ausgebracht werden (Abb. 1.4). Tropfbewässerungssysteme bzw. Düngesysteme mit Fertigation können somit einen Beitrag zur Minimierung des Risikos von N-Austrägen in andere Ökosysteme, z. B. Nitrat-Auswaschung ins Grundwasser leisten.

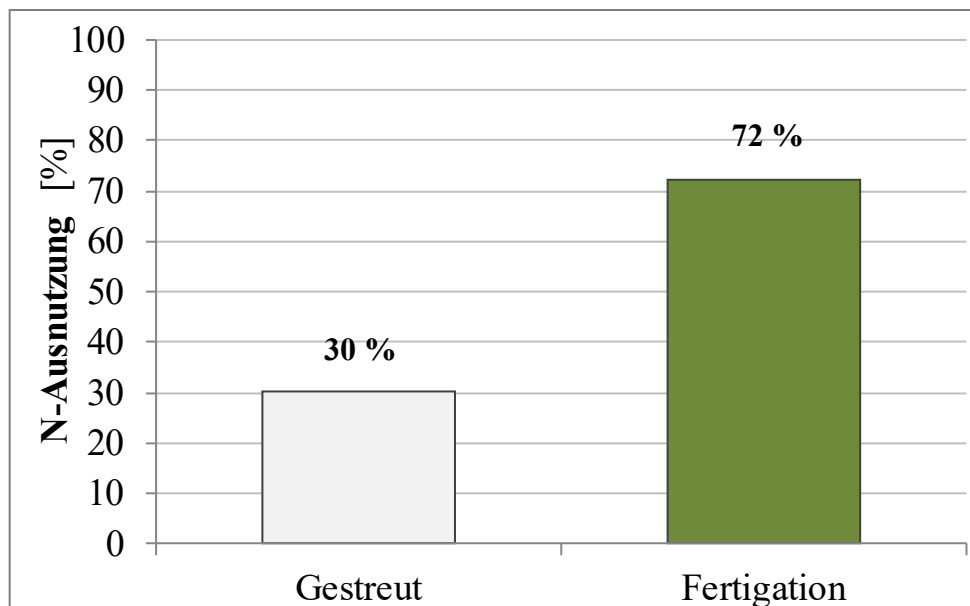


Abb. 1.4: N-Ausnutzung in Prozent des ausgebrachten Stickstoffs; N-Düngung = 100 kg N/ha; Beide Versuchsvarianten oberirdisch bewässert.

## Stickstoffdynamik in Hopfenböden bei unterschiedlichen Bodenarten und Düngesystemen (ID 6054)

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ 5a)
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft HVG
<b>Projektleiter:</b>	J. Portner
<b>Bearbeitung:</b>	A. Schlagenhauser
<b>Kooperation:</b>	Hopfenbaubetriebe der Hallertau
<b>Laufzeit:</b>	01.03.2018 - 28.02.2021

### Ausgangssituation

Die Landnutzung in der Hallertau ist gekennzeichnet durch einen hohen Anteil der Sonderkultur Hopfen. Als Intensivkultur mit hoher Wertschöpfung hat der Hopfenanbau einen hohen Produktionsmitteleinsatz. Insbesondere mit der Stickstoffdüngung wurde in der Vergangenheit nicht gespart. Gleichzeitig weisen die Grundwasserkörper in vielen Gegenden der Hallertau erhöhte Nitratgehalte auf. Ein Zusammenhang mit dem Hopfenanbau liegt also nahe, zumal  $N_{\min}$ -Untersuchungen in Hopfenböden im Frühjahr häufig hohe Stickstoffgehalte zeigen. Gefördert werden die höheren Stickstoffwerte möglicherweise auch durch die Rückführung der Rebenhäcksel oder andere im Herbst ausgebrachte organische Dünger. Der im Boden verbliebene oder frei werdende Stickstoff wird im Herbst vom Hopfen nicht mehr aufgenommen und unterliegt der Verlagerung oder kann zur Nitratauswaschung führen.

### Ziel

Im Rahmen des Projektes soll die Stickstoffdynamik in Hopfenböden von 21 Hopfenbaubetrieben untersucht werden. Dazu werden intensive  $N_{\min}$ -Untersuchungen im Frühjahr vor Vegetationsbeginn, im Herbst nach der Ernte und im Winter durchgeführt. Außerdem wird für diese Flächen der Stickstoffdüngbedarf ermittelt, die tatsächliche N-Düngung erhoben und ein betrieblicher Nährstoffvergleich erstellt. Dadurch können die Stickstoffverlagerung und das Verlustpotential im Vegetationsverlauf für verschiedene Betriebstypen, Düngesysteme und Bodenarten abgeschätzt und mögliche Ansätze zur Optimierung des Stickstoffmanagements im Hopfenanbau entwickelt werden. Ziel ist es, das betriebliche Stickstoffmanagement so zu optimieren, dass unter Beachtung und Einhaltung der Vorgaben der Düngeverordnung optimale Erträge und Qualitäten erzielt werden können, ohne dass der Gewässerschutz darunter leidet.

### Methodik

Bei jedem der 21 Betriebe wurden je 3 Teilflächen ausgewählt. Die 63 Teilflächen spiegeln das tatsächliche Sortenspektrum der Hallertau sehr gut wieder und umfassen verschiedenste Betriebs- und Düngesysteme. Die  $N_{\min}$ -Beprobung erfolgt zu Vegetationsbeginn im März, nach der Ernte im Oktober zur Erfassung der Reststickstoffmengen im Boden und während der Vegetationsruhe im Winter, um eine Verlagerung im Winter feststellen zu können. Dabei wird standardmäßig der verfügbare Stickstoff in Form von Ammonium und Nitrat bis zu 90 cm Bodentiefe untersucht. Diese Probe wird wiederum in drei 30 cm-Abschnitte eingeteilt um die Verlagerung in den Bodenschichten besser feststellen zu können. Jeder Betrieb erhält eine individuelle Beratung zu Fragen bei der Düngung. Alle Stickstoffdüngungen werden mengenmäßig und zeitlich erfasst. Bei der Ernte erfolgt eine Dolden- und Restpflanzen-Beprobung, um die exakte Stickstoffabfuhr zu berechnen. Dadurch kann eine flächenspezifische Nährstoffbilanz ermittelt und ein Zusammenhang zu den  $N_{\min}$ -Gehalten im Boden hergestellt werden.



Abb. 1.5: Bodenprobenahme

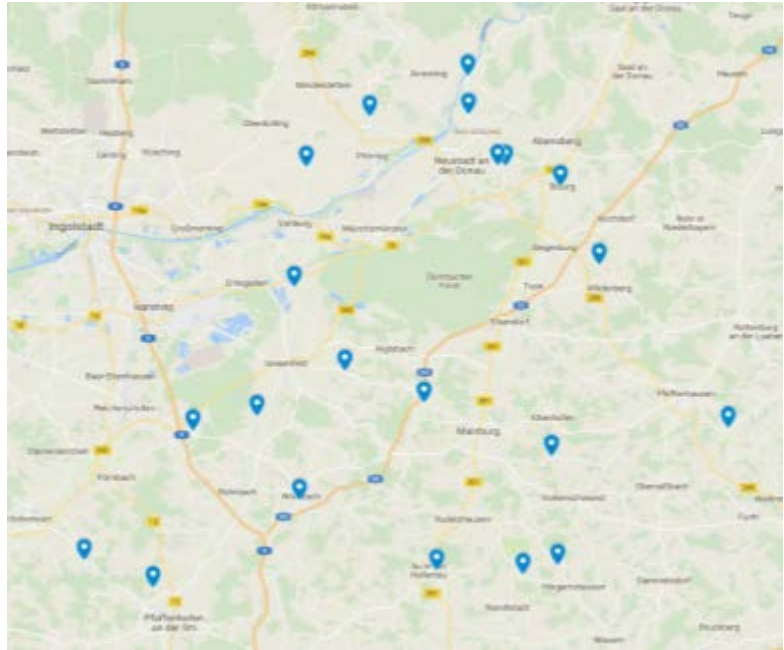


Abb. 1.6: Kooperationsbetriebe in der Hallertau

### Versuche zur Kompostierung und Verwertung von Hopfenrebenhäcksel zur Optimierung der Nährstoffeffizienz des organisch gebundenen Stickstoffs (ID 6141)

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ 5a)
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft HVG
<b>Projektleiter:</b>	J. Portner
<b>Bearbeitung:</b>	A. Schlagenhauser, J. Stampfl, S. Fuß
<b>Kooperation:</b>	Prof. Dr. Meinken, Institut für Gartenbau, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf  Prof. Dr. Ebertseder, Fakultät Nachhaltige Agrar-und Energiesysteme Hochschule Weihenstephan-Triesdorf  M. Stadler, Fachzentrum Agrarökologie, AELF Pfaffenhofen a. d. Ilm
<b>Laufzeit:</b>	01.09.2018 - 31.12.2021

#### Ausgangssituation

Im Hopfenanbaugebiet Hallertau bewirtschaften 903 Betriebe 16 780 ha Hopfen. Bei der stationären Ernte auf den Betrieben fallen dabei jährlich rund 230 000 t Rebhäcksel an. Etwa 80 % davon werden derzeit nach Abschluss der Erntearbeiten als Wirtschaftsdünger auf die Felder zurückgebracht. Im Rebhäcksel sind jedoch wesentliche Mengen an Stickstoff enthalten. Mit der Umsetzung der neuen Düngeverordnung ist der Landwirt angehalten, den in den Rebhäcksel enthaltenen Stickstoff so effizient wie möglich einzusetzen und Verluste in andere Ökosysteme zu vermeiden. Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, sollen über drei Jahre umfassende Kompostier- und Düngungsversuche mit Hopfenrebenhäcksel durchgeführt und die N-Freisetzung und N-Effizienz untersucht werden.

## Ziel

Im ersten Schritt des Projektes sollen umweltverträgliche und praktikable Kompostierungsverfahren mit Hopfenrebenhäcksel entwickelt und erprobt werden, um die engen zeitlichen und mengenmäßigen Vorgaben für die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern im Herbst gemäß Düngeverordnung einzuhalten und etwaige N-Verluste über den Winter zu vermeiden. Im zweiten Schritt sollen in Feldversuchen die Wirksamkeit und das Verlustpotential des im Rebenhäcksel enthaltenen organisch gebundenen Stickstoffs untersucht werden. Die verschiedenen Verfahren werden im Hinblick auf Ökonomie, Ökologie und Praktikabilität bewertet.

Ziel ist eine rechtskonforme, praktikable und umweltfreundliche Verwertung der Rebenhäcksel mit einer optimalen Ausnutzung des organisch gebundenen Stickstoffs.

## Methodik

Der Versuchsaufbau des Projektes gliedert sich in vier Arbeitspakete (AP 1-4). Die Versuchsbasis bilden Kompostiersversuche (AP 1), bei denen im kleinen Maßstab (Mietengröße ca. 1,5 m<sup>3</sup>) die grundlegenden Bedingungen für eine aerobe Kompostierung erarbeitet werden. Parallel wird in einem weiteren Versuch Rebenhäckselmaterial nach der Ernte, wie bisher in der Praxis üblich, einfach abgelagert, aerob sowie nach dem Verfahren nach Witte (MC-Kompostierung) kompostiert bzw. siliert (AP 2). Dieser Kompostierungsversuch unter praxisnahen Bedingungen hat mehrere Ziele. Zum einen sollen die gewonnenen Erkenntnisse unter kleinmaßstäblichen Bedingungen auf ihre Praxistauglichkeit geprüft werden. Zum zweiten soll die aerobe Kompostierung im Hinblick auf die Praktikabilität und das Konservierungspotential für den in den Hopfenrebenhäckseln vorhandenen Stickstoff mit den drei anderen Varianten verglichen werden. Zudem stammt aus diesen Versuchen das Material für die Parzellenversuche zur Ermittlung der N-Effizienz der vier Materialien (gelagerte Hopfenrebenhäcksel, aerober und MC-Kompost, Silage), die den dritten Projektteil bilden (AP 3), sowie für den vierten Projektteil, die Praxisversuche zur N-Dynamik in Hopfengärten (AP 4). Alle vier Teilprojekte wurden gleichzeitig zur Hopfenernte im Herbst 2018 begonnen.



Abb. 1.7: AP 2: v.l.n.r.: aerober Kompost, MC-Kompost, Silage, klassische Lagerung



Abb. 1.8: AP 3: Rebenhäckselausbringung im Herbst auf Winterroggenparzelle

## Entwicklung optimaler Luftverteilsysteme bei Neukonstruktion eines für die Hopfentrocknung spezialisierten Bandrockners (ID 6055)

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ 5a)
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft HVG
<b>Projektleitung:</b>	J. Portner
<b>Bearbeitung:</b>	J. Münsterer
<b>Kooperation:</b>	HTCO GmbH, Freiburg, J. Satzl, Fa. Fuß, C. Euringer
<b>Laufzeit:</b>	2014 - 2018

### Ausgangssituation und Zielsetzung

Da in vielen Betrieben die Hopfentrocknung aufgrund stetig ansteigender Hopfenflächen meist einen Engpass darstellt, ist eine Erweiterung der Trocknungskapazitäten oft unabdingbar. Aufgrund vieler neuer Erkenntnisse aus Versuchen zur Optimierung der Bandtrocknung und Erfahrungen aus der Praxis stellt die Trocknung des Hopfens in Bandrocknern inzwischen für manche Betriebe eine wirtschaftlich interessante Alternative gegenüber der Trocknung des Hopfens in Horden-Darren dar.

Anstatt eines Neubaus einer Hopfendarre entschieden sich in den letzten Jahren immer mehr Betriebe für die Anschaffung eines gebrauchten Bandrockners. Durch das begrenzte Angebot von gebrauchten Bandrocknern am Markt werden sich künftig Anfragen nach neuen speziell für die Hopfentrocknung konzipierten Bandrocknern häufen.

Da die Luftverteilung für eine gleichmäßige Trocknung entscheidend ist, sollten durch eine erneute Strömungssimulation, ähnlich wie im Jahresbericht 2017 beschrieben, bisherige Luftverteilsysteme optimiert bzw. neu entwickelt werden. Ziel ist es die Lufteinlässe in den Trockner so zu variieren, dass die Bänder auf denen der Hopfen transportiert wird, möglichst gleichmäßig von der Trocknungsluft angeströmt werden.

Einzelheiten zur Methodik und Ergebnissen unter 5.3

## **Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettnanger**

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen (IPZ 5c) und AG Hopfenqualität/Hopfenanalytik (IPZ 5d)
- Finanzierung:** Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Baden-Württemberg  
Hopfenpflanzerverband Tettnang; Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.  
Gesellschaft für Hopfenforschung e.V. (2011-2014)
- Projektleitung:** Dr. E. Seigner, A. Lutz
- Bearbeitung:** AG Züchtungsforschung Hopfen: A. Lutz, J. Kneidl, D. Ismann, H. Graßl und Züchtungsteam  
AG Hopfenanalytik: Dr. K. Kammhuber, C. Petzina, B. Wyschkon, M. Hainzmaier und S. Weihrauch
- Kooperation:** Hopfenversuchsgut Straß des Landwirtschaftlichen Technologie-zentrums (LTZ), Baden-Württemberg: F. Wöllhaf, B. Bohner, G. Bader
- Laufzeit:** 01.05.2011 - 31.12.2020

### **Ziel**

Durch klassische Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettnanger soll eine Sorte entwickelt werden, die ein klassisch feines, dem Tettnanger ähnliches Aroma aufweist. Zugleich soll in den Neuzüchtungen Ertragspotenzial und Pilzresistenz im Vergleich zum ursprünglichen Tettnanger deutlich verbessert werden.

Einzelheiten zu Methoden und Ergebnissen unter 4.3.

## **Entwicklung von leistungsstarken, gesunden Hopfen mit hohen Alphasäuregehalten und besonderer Eignung für den Anbau im Elbe-Saale-Gebiet**

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen (IPZ 5c)
- Finanzierung:** Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft  
Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen-Anhalt  
Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft Sachsen  
Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
- Projektleitung:** Dr. E. Seigner, A. Lutz
- Bearbeitung:** AG Züchtungsforschung Hopfen: A. Lutz, J. Kneidl, D. Ismann, H. Grebmair und Züchtungsteam  
AG Hopfenanalytik: Dr. K. Kammhuber, C. Petzina, B. Wyschkon, M. Hainzmaier, S. Weihrauch
- Kooperation:** Hopfenpflanzerverband Elbe-Saale e.V.  
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)  
Hopfenbetrieb Berthold
- Laufzeit:** 01.01.2016 - 31.12.2019

## Ziel

Zielsetzung dieses Züchtungsvorhabens ist es, neue leistungsfähige und robuste Hopfenstämme zu züchten und zu testen, die durch ihre hohen Alphasäuregehalte und ihre breiten Widerstandsfähigkeiten, insbesondere gegenüber Stockfäuleerregern, auch unter den speziellen Bedingungen des Anbaugebietes Elbe-Saale produziert werden können. Des Weiteren soll eine bessere Klimaadaptation und Nährstoffeffizienz erreicht werden. Letzteres ist vor allem im Kontext der neuen Düngeverordnung relevant.

Zur Umsetzung dieses Zieles werden zum einen Hochalpha-Zuchtstämme neu entwickelt und zum anderen bereits vorselektierte Stämme aus dem laufenden Hüller Hochalpha-Züchtungsprogramm im Elbe-Saale-Anbaugebiet von drei Pflanzern auf ihre Standorteignung geprüft. Siehe Details zu Durchführung und Kenntnisstand unter 4.4

## Mehltauisolate und ihr Einsatz in der Mehлтаuresistenzzüchtung bei Hopfen

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen (IPZ 5c)
<b>Finanzierung:</b>	Gesellschaft für Hopfenforschung e.V. (2013 – 2014; 2017-2019) Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G. (2015 - 2016)
<b>Projektleitung:</b>	Dr. E. Seigner, A. Lutz
<b>Bearbeitung:</b>	AG Züchtungsforschung Hopfen: A. Lutz, J. Kneidl EpiLogic: S. Hasyn
<b>Kooperation:</b>	Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH, Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising
<b>Laufzeit:</b>	01.01.2013 – 31.12.2019

## Ziel

Bei der Entwicklung neuer Zuchtsorten ist verbesserte Resistenz gegenüber Krankheiten, insbesondere gegenüber Echtem Mehltau nach wie vor oberste Priorität. Deshalb werden jedes Jahr Sämlinge aus allen Züchtungsprogrammen im Gewächshaus in Hüll und nachfolgend im Labor bei EpiLogic unter Nutzung eines Blatt-Testsystems auf Mehлтаuresistenz geprüft. Von EpiLogic, Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising, werden dazu Mehлтаuisolate mit allen aktuell bekannten Virulenzgenen für die verschiedenen Arbeiten rund um die Mehлтаuresistenzzüchtung bereitgestellt.



Abb. 1.9: Resistenztest im Gewächshaus mit Sämlingsschalen und den dazwischen stehenden Inokulatorpflanzen





Abb. 1.10: Blatt-Test bei EpiLogic: in einer Petrischale werden jeweils 2 Blätter des zu prüfenden Hopfens im Vergleich zu einem Blatt der hoch anfälligen Sorte Northern Brewer untersucht (im Foto das erste Blatt ganz oben)

### Beschreibung der Arbeiten

8 charakterisierte Einzelspor-Isolate von *Sphaerotheca macularis*, dem Echten Mehltaupilz bei Hopfen, wurden zusammen mit den Resistenztestsystemen im Gewächshaus und Labor für folgende Fragestellungen bzw. Untersuchungen eingesetzt:

- Charakterisierung der Virulenzeigenschaften der Mehltausolate
- Prüfung aller Sämlinge auf Mehltairesistenz im Gewächshaus in Hüll
- Prüfung der Mehltairesistenz mit dem Blatt-Testsystem im Labor von EpiLogic
- Beurteilung der Virulenzsituation im Anbaugebiet und Bewertung der Resistenzquellen mit dem Blatt-Testsystem

Übersicht zu allen Arbeiten rund um die Mehltairesistenzzüchtung unter <http://www.lfl.bayern.de/ipz/hopfen/116878/index.php>.

Tab. 1.1: Überblick zur Mehлтаuresistenztestung 2018 mit Mehлтаuisolaten definierter Virulenz

2018	Testung im Gewächshaus		Blatt-Test im Labor	
	Pflanzen	Boniturdaten	Pflanzen	Boniturdaten
Sämlinge aus xx Kreuzungen	ca. 100.000 bei Massen-Selektion		-	-
Zuchtstämme*	130	327	174	1.317
Sorten*	49	195	4	15
Wildhopfen*	2	8	0	0
Virulenzen Mehлтаuisolate	-	-	12	437
<b>Gesamt (Einzeltestungen)</b>	<b>181</b>	<b>530</b>	<b>190</b>	<b>2.299</b>

Massenselektion in Pflanzschalen; Einzeltestungen = Selektion als Einzelpflanzen in Töpfen  
 \*zum Teil Daten für das GHop-Projekt (Präzisionszüchtung)

### Forschung und Arbeiten zur *Verticillium*-Problematik bei Hopfen

Die Bekämpfung der *Verticillium*-Welke in deutschen Hopfenanbaugebieten ist eine langfristige Aufgabe. Forschung und Beratung der LfL sind von zentraler Bedeutung, um die Hopfenpflanzer im Kampf gegen *Verticillium* zu unterstützen.

### Molekularer Nachweis von *Verticillium* mit dem Ziel, die Bereitstellung von gesundem Pflanzgut sicherzustellen

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung,  
 AG Züchtungsforschung Hopfen und (IPZ 5c)
- Finanzierung:** Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
- Projektleitung:** Dr. E. Seigner
- Bearbeitung:** AG Züchtungsforschung Hopfen: P. Hager, R. Enders,  
 A. Lutz , J. Kneidl
- Kooperation:** AG Pflanzenschutz im Hopfenbau: S. Euringer  
 Dr. S. Radišek, Slovenian Institute of Hop Research and Brewing,  
 Slowenien
- Laufzeit:** seit 2008 – 30.05.2020

Details zu diesen Arbeiten unter 4.5

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

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz, AG Virologie (IPS 2c) und Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen (IPZ 5c)
<b>Finanzierung:</b>	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.
<b>Projektleitung:</b>	Dr. L. Seigner, Institut für Pflanzenschutz (IPS 2c); Dr. E. Seigner, A. Lutz (IPZ 5c)
<b>Bearbeitung:</b>	K. Einberger (IPS 2c); A. Lutz, J. Kneidl (IPZ 5c)
<b>Kooperation:</b>	Dr. S. Radišek, Slovenian Institute of Hop Research and Brewing, Slowenien AG Hopfenbau und Produktionstechnik, IPZ 5a AG Pflanzenschutz im Hopfenbau, IPZ 5b Hopfenberater vor Ort Hopfenring e.V. Praxisbetriebe Vermehrungsbetrieb Eickelmann, Geisenfeld
<b>Laufzeit:</b>	März - Dezember 2018

### **Ziel**

Seit einigen Jahren wird die Hopfenproduktion in Deutschland durch zwei gefährliche Viroide, das Hopfenstaucheviroid (HpSVd = Hop stunt viroid) und das Zitrusviroid IV (CBCVd = Citrus bark cracking viroid) bedroht. Infektionen mit beiden Viroide führen beim Hopfen zu dramatischen Verzweigungssymptomen und wirtschaftlich drastischen Ertrags- und Alphasäurenminderungen.

Da diese Symptome sich oftmals erst nach Jahren zeigen und zumal beide Viroide nicht zu bekämpfen sind und leicht verbreitet werden können, ist die Gefahr groß, dass nach der Einschleppung eines oder beider Viroide in den deutschen Hopfenanbau hohe wirtschaftliche Verluste drohen. Das seit 2008 laufende und seit 2011 von der Wissenschaftlichen Station für Brauerei in München e.V. finanziell geförderte deutschlandweite Viroidmonitoring der LfL leistet damit einen wesentlichen Beitrag zur Prävention und Sicherung der Hopfenproduktion in Deutschland: Es ermöglicht, Viroiderbstbefall zu erkennen, primäre Befallsherde zu tilgen und eine flächenmäßige Verbreitung der gefürchteten Pathogene zu verhindern.

Des Weiteren wurden Hopfen aus der Meristemkultur und aus weiterführenden Forschungsansätzen zur Pathogenfreimachung im Rahmen dieses Projektes auf Viren und Viroide untersucht.

### **Methode**

Untersucht wurden 205 Hopfenproben aus verschiedenen Anbauregionen Deutschlands von Praxisflächen wie auch von den Züchtungsgärten der LfL und einem Vermehrungsbetrieb der GfH. Um die Kosten für die Testung einzugrenzen, erfolgte das Monitoring nicht flächendeckend, sondern nur stichprobenartig an repräsentativen und wichtigen Standorten. Bevorzugt wurden Pflanzen mit verdächtigem Erscheinungsbild ausgewählt. Zudem wurden ausländische Sorten sowie unter Quarantänebedingungen gehaltene Pflanzen aus dem Ausland, die für die EU-Sortenregisterprüfung in Hüll vorgesehen sind, getestet.

Die Untersuchungen der Proben auf HpSVd und CBCVd erfolgten über Realtime RT (Reverse Transkriptase)-PCR. Für HpSVd wurden dabei die von Luigi und Faggioli (2013) publizierten Primer und Gensonde verwendet, für CBCVd die Primer und Gensonde, die von Seigner (unveröffentlicht) entwickelt worden waren. Bei jeder Probe wurde stets eine interne Kontrolle auf Hopfen-mRNA (Botermans et al., 2013) mitgeführt, um das Funktionieren der Realtime RT-PCR zu überprüfen.

Zur Überprüfung einer erfolgreichen Virus-Eliminierung wurden die Hopfen nach der Meristemkultur mittels ELISA, RT-PCR oder Realtime RT-PCR auf AHpLV, ApMV, HpLV, HpMV und HpLVd untersucht (Seigner et al., 2014; Gucek et al. 2016), nicht aber auf HpSVd und CBCVd, da beide bislang in Deutschland noch nicht verbreitet sind.

## Ergebnisse

Im Jahr 2018 wurden insgesamt 205 Hopfenproben aus Praxisbetrieben untersucht.

Herkunft	Ort	Probenzahl	HSVd-Positiv	CBCVd-Positiv
Praxisbetriebe	Hallertau	30	0	0
	Tettnang	10	0	0
	Elbe-Saale	2	0	0
Zuchtgarten	Hüll Sortenregister	66	0	0
	Hüll Sortengarten	16	0	0
Quarantäne vor Registerprüfung	Gewächshaus Freising	81	0	0
Gesamt		205	0	0

In keiner Probe wurde das Hop stunt viroid oder Zitrusviroid detektiert. Seit 2008 wurden annähernd 2800 Proben auf HpSVd getestet und seit 2013 annähernd 1350 Proben auf CBCVd. Die 2010 an einem Standort gefundenen neun Fälle mit HpSVd-Befall sind die bislang einzigen positiven Befunde; der damalige Befallsherd wurde getilgt.

Mit der Zielsetzung den Virus- bzw. Viroid-freien Status nach der Meristemkultur zu bestätigen, wurden aus der Gewebekultur kommende Pflänzchen vor der Verpflanzung in Erde auf die verschiedenen Pathogene untersucht. Im Rahmen dieses Projektes wurden auch Hopfen aus neuen Forschungsansätzen zur Virus- bzw. Viroid-Freimachung geprüft.

Die Gefahr einer Viroidinfektion ist aufgrund der weltweiten Befallssituation, des Imports sowie innergemeinschaftlichen Verbringens von Pflanzgut aus Befallsgebieten und fehlender Quarantäneregulierung weiterhin überaus groß. Möglicherweise sind in dem relativ groben Monitoringraster bereits vorhandene Befallsnester noch nicht detektiert worden. Das massive Interesse der deutschen Hopfenpflanzer am Import und Anbau von Flavorhopfen aus den USA als HpSVd-Befallsland erhöht darüber hinaus das Einschleppungsrisiko beträchtlich. HpSVd-Funde im Sommer 2016 an verschiedenen aus den USA importierten und danach in der EU kultivierten Sorten unterstreichen die Problematik. Das Monitoring auf HpSVd und CBCVd ist demnach auch künftig konsequent und möglichst engmaschig fortzusetzen.

## Referenzen

Botermans M., van de Vossenbergh, B.T.L.H., Verhoeven, J.Th.J., Roenhorst, J.W., Hoofman, M., Dekter, R., Meekes, E.T.M. (2013): Development and validation of a real-time RT-PCR assay for generic detection of popoviroids. *Journal of Virological Methods* 187, 43– 50.

Guček, T., Štainer, N., Jakše, J., Javornik, B., Radišek, S. (2016). Optimization of detection of Hop latent viroid (HpLVd) with Real time RT-PCR. Hop Bulletin 23, 27-40.

Luigi, M., Faggioli, F. (2013): Development of a quantitative real-time RT-PCR (qRT-PCR) for the detection of hop stunt viroid. Eur J Plant Pathol 137, 231–235

Seigner, L., Lutz, A. and Seigner, E. (2014): Monitoring of Important Virus and Viroid Infections in German Hop (*Humulus lupulus* L.) Yards. BrewingScience - Monatsschrift für Brauwissenschaft, 67 (May/June 2014), 81-87.

## **Dank**

Wir danken Dr. Sebastjan Radišek, Slowenien, für seine Unterstützung bei diesen Arbeiten.

## **Präzisionszüchtung für Hopfen – Genombasierte Präzisionszüchtung für zukunftsweisende Qualitätshopfen**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
<b>Finanzierung:</b>	Förderung aus Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank
<b>Förderkennzeichen:</b>	Landwirtschaftlichen Rentenbank: 837 150 (BLE Aktenzeichen: 28RZ4IP025)
<b>Projektleitung:</b>	Dr. M. H. Hagemann, Universität Hohenheim (Gesamtprojekt) Dr. E. Seigner (LfL)
<b>Bearbeitung:</b>	AG Züchtungsforschung Hopfen (IPZ 5c): A. Lutz, J. Kneidl, E. Seigner und Züchtungsteam AG Hopfenqualität/Hopfenanalytik (IPZ 5d): Dr. K. Kamhuber, C. Petzina, B. Wyschkon, M. Hainzmaier und S. Weihrauch AG Genom-orientierte Züchtung (IPZ 1d), Prof. Dr. V. Mohler AG Züchtungsforschung Hafer und Gerste (IPZ 2c), Dr. T. Albrecht
<b>Verbundpartner:</b>	Universität Hohenheim, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften, FG Ertragsphysiologie der Sonderkulturen: Dr. M. H. Hagemann, Prof. Dr. J. Wünsche Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik: Prof. Dr. G. Weber em. Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.: W. König Hopfenverwertungsgenossenschaft HVG e.G.: Dr. E. Lehmailr
<b>Laufzeit:</b>	01.08.2017 - 31.07.2020

## **Ziel**

Mit der Präzisionszüchtung soll der deutschen Hopfenzüchtung ein innovatives Werkzeug bereitgestellt werden, das den traditionellen Selektionsvorgang ergänzt. In Kombination mit dieser neuen genombasierten Technik können neue hochwertige und robuste Sorten der Hopfen- und Brauwirtschaft schneller und effizienter zur Verfügung gestellt werden.

In diesem Forschungsvorhaben werden die Voraussetzungen für die Nutzung der genombasierten Selektion bei der Auswahl der Kreuzungseltern wie auch bei der Bewertung der Nachkommen einer Kreuzung erarbeitet. Durch diese Selektion basierend auf molekularen Markern soll auch die Möglichkeit der Zuchtwertschätzung nicht nur bei weiblichen, sondern auch bei männlichen Hopfen geschaffen werden.

Dies ist ein entscheidender Fortschritt, weil bislang männliche Hopfen wegen des Fehlens von Dolden hinsichtlich Ertrag und Brauqualität nicht direkt beurteilt werden konnten und so ihr Wert als Kreuzungspartner stets im Unklaren blieb.

### Vorgehensweise

An einem Referenzsortiment werden zum einen die phänotypischen Daten wie Resistenzen, agronomische Leistungsmerkmale und Doldeninhaltsstoffe erfasst. Zum anderen werden alle Hopfen genotypisiert, d.h. deren Erbmaterial wird sequenziert.

Durch ein biostatistisches Verfahren, die sog. Assoziationskartierung, werden die DNA-Abschnitte (molekulare Marker) mit den verschiedenen phänotypischen Eigenschaften verknüpft und so Marker-Merkmal-Beziehungen erkannt. Aufgrund der am Referenzsortiment bestimmten Verknüpfungen von genetischen Markern mit züchtungsrelevanten Merkmalen wird ein Vorhersagemodell entwickelt, das bei neuen Selektionskandidaten ermöglicht, alleine anhand der genetischen Daten (= Genotyp) auf deren phänotypische Eigenschaften zu schließen.

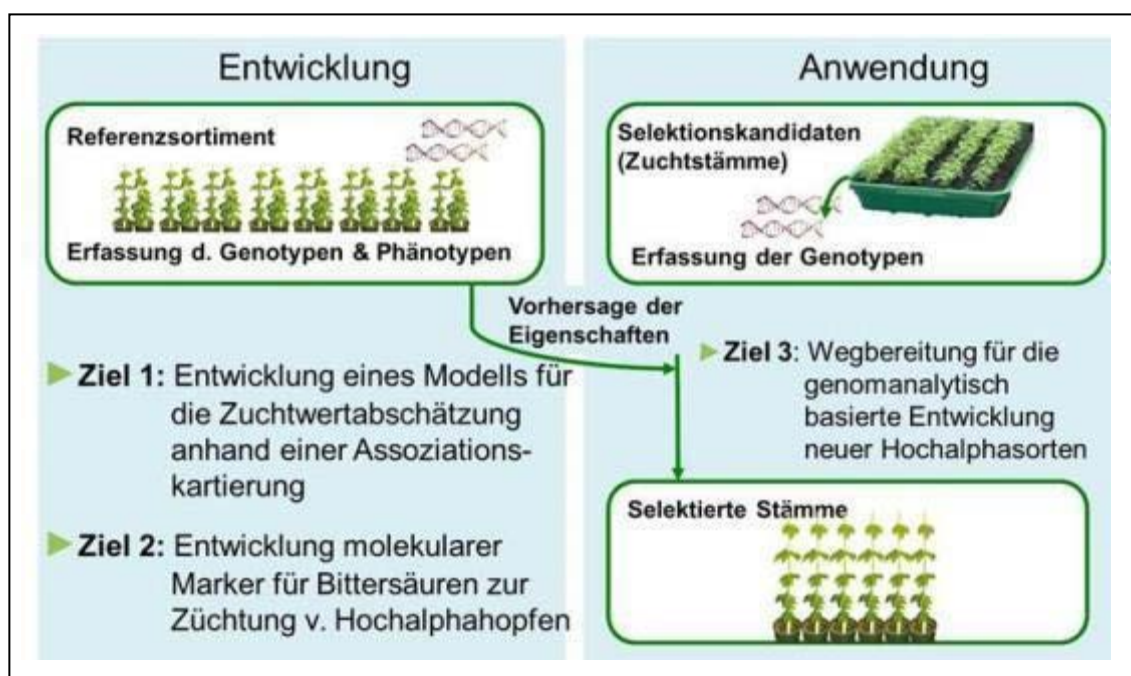


Abb. 1.11: Entwicklung eines Modells für die Zuchtwertabschätzung über Assoziationskartierung und Entwicklung molekularer Marker für Bittersäuren mit dem Ziel der genomanalytisch-basierten Züchtung neuer Hochalphasorten. (Schema: Dr. T. Albrecht)

### Phase 2: August 2017 – Juli 2020

Mit der Universität Hohenheim (UHOH) als Forschungspartner sowie der Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH) und der Hopfenverwertungsgenossenschaft (HVG) als weitere Verbundpartner werden folgenden Arbeiten durchgeführt:

- Fortsetzung der Phänotypisierung des Referenzsortiments: Erhebung der Daten zu Resistenzen, agronomischen Leistungsmerkmalen und Doldeninhaltsstoffen an verschiedenen Standorten und Jahren; Bereitstellung historischer Daten z.T. bis in die 1990er Jahre
- Molekulare Studien zur Bittersäuresynthese und deren Regulation

- Assoziationskartierung: biostatistische Verknüpfung der phänotypischen (Resistenzen, agronomische Leistungsmerkmale, Doldeninhaltsstoffe) mit den genotypischen Daten des Referenzhopfensortiments zum Erkennen von einfachen bzw. komplexen Marker-Merkmal-Beziehungen
- Entwicklung eines Vorhersagemodells zur Abschätzung des Zuchtwerts (genomische Selektion)

Die Förderung erfolgt aus Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank.



### **Präzisionszüchtung für Hopfen – Teilprojekt Mehлтаuresistenz für die genomweite Assoziationskartierung**

- Träger:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen (IPZ 5c)
- Finanzierung:** Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft (Wifö)
- Förderkennzeichen:** R444
- Projektleitung:** Dr. E. Seigner, A. Lutz
- Bearbeitung:** AG Züchtungsforschung: A. Lutz, J. Kneidl, E. Seigner und Züchtungsteam  
AG Züchtungsforschung Hafer und Weizen (IPZ 2c), Dr. T. Albrecht
- Kooperation:** EpiLogic Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising  
Dr. F. Felsenstein und Stefanie Hasyn
- Laufzeit:** 01.01.2016 - 31.12.2017 (Förderung)

#### **Ziel**

Mit den zuverlässigen Prüfsystemen zur Mehлтаuresistenztestung im Gewächshaus und im Labor unter Nutzung des Blatt-Testsystems ist es möglich, auch für Einzelindividuen einer Kartierungspopulation aussagekräftige Einschätzungen zu bekommen. Diese phänotypischen Daten werden nachfolgend zusammen mit den genetischen Daten aus dem Projekt „Präzisionszüchtung für Hopfen“ verrechnet, um eine vorläufige QTL- (quantitative trait loci) Kartierung für verschiedene Mehлтаur-Resistenzgene zu entwickeln.

#### **Methode**

- Mehлтаuresistenz-Prüfsystem im Gewächshaus
- Blatt-Testsystem im Labor von EpiLogic (siehe Seigner et al., 2002)
- QTL-Verrechnung der Resistenzdaten mit den SNP-Daten

#### **Ergebnis**

304 F1-Individuen einer speziellen Kartierungspopulation wurden in einem ersten Schritt im Gewächshaus mit Mehлтаuisolaten definierter Virulenzen auf ihre Resistenz hin untersucht. Die Blätter von Sämlingen, die im Gewächshaus keine Mehлтаuinfectionen zeigten und als resistent eingestuft waren, wurden mit zwei speziellen Mehлтаustämmen über das Blatt-Testsystem von EpiLogic differenziert.

Zur Verifizierung der Bonituren wurden im folgenden Jahr einhundertdreiundvierzig F1-Hopfen nochmals im Gewächshaus und bei EpiLogic dem Mehлтаuresistenzscreening unterzogen.

Mit der QTL-Verrechnung der Mehлтаuresistenzdaten konnte bislang nicht begonnen werden, weil sich die Bereitstellung der genetischen (SNP) Daten für die Kartierungspopulation durch das Max-Planck-Institut stark verzögert. Somit steht auch der Abschluss des Teilprojekts noch aus.

### **Referenz**

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

### **Forschung und Arbeiten zur *Verticillium*-Problematik bei Hopfen**

Die Bekämpfung der *Verticillium*-Welke in deutschen Hopfenanbaugebieten ist eine langfristige Aufgabe. Forschung und Beratung der LfL sind von zentraler Bedeutung, um die Hopfenpflanzer im Kampf gegen *Verticillium* zu unterstützen.

### **Forschung und Arbeiten zu *Verticillium*-freiem Hopfen und Erzeugung von gesunden Hopfen über Meristemkultur**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen und (IPZ 5c)
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
<b>Projektleitung:</b>	Dr. E. Seigner (bis Okt. 2015 Dr. S. Seefelder)
<b>Bearbeitung:</b>	AG Züchtungsforschung Hopfen: P. Hager, R. Enders, A. Lutz , J. Kneidl
<b>Kooperation:</b>	AG Pflanzenschutz im Hopfenbau: S. Euringer Dr. S. Radišek, Slovenian Institute of Hop Research and Brewing, Slowenien
<b>Laufzeit:</b>	seit 2008 – 30.05.2020

Details zu diesen Arbeiten unter 4.5 und 4.6.



## **Sanierung *Verticillium*-infizierter Böden und Selektion von Zuchtmaterial auf *Verticillium*-Toleranz**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz im Hopfenbau (IPZ 5b)
<b>Finanzierung:</b>	Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH) e.V. Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G
<b>Projektleitung:</b>	S. Euringer
<b>Bearbeitung:</b>	K. Lutz, IPZ 5 b
<b>Kooperation:</b>	AG Züchtungsforschung Hopfen: A. Lutz, J. Kneidl, Dr. E. Seigner AG Hopfenbau/Produktionstechnik: S. Fuss Dr. S. Radišek, Slovenian Institute of Hop Research and Brewing, Slowenien
<b>Laufzeit:</b>	01.06.2017 – 30.05.2020

Weitere Informationen unter 6.2.

## **Sanierung *Verticillium*-infizierter Böden mittels Biologischer Bodenentseuchung (BBE)**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz im Hopfenbau (IPZ 5b)
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH) e.V.
<b>Projektleitung:</b>	S. Euringer
<b>Bearbeitung:</b>	K. Lutz, IPZ 5 b
<b>Kooperation:</b>	AG Züchtungsforschung Hopfen: A. Lutz, J. Kneidl, Dr. E. Seigner AG Hopfenbau/Produktionstechnik: S. Fuss Dr. S. Radišek, Slovenian Institute of Hop Research and Brewing, Slowenien
<b>Laufzeit:</b>	2018 – 2019

### **Ziel**

Evaluierung der Biologischen (anaeroben) Bodenentseuchung (BBE) als praktikable Bekämpfungsmöglichkeit gegen die *Verticillium*welke. Voraussetzung dafür ist, dass die BBE sowohl praktikabel, einsetzbar als auch wirtschaftlich ist. Der Benchmark ist die Sanierung von *Verticillium*-infizierten Böden durch die Abwesenheit von Wirtspflanzen (4-5 Jahre).

### **Methode**

Ein stark mit milden und letalen *Verticillium*-infizierten Hopfengarten wurde mit dem Spindelroder im Frühjahr gerodet. Nach einem Prüfmuster, angepasst an den dokumentierten *Verticillium*befall wurde die BBE durchgeführt (4 Wochen im Sommer). Hierzu wurde das Produkte Herbie 72 40 cm tief in den Boden eingearbeitet und mit 40l/m<sup>2</sup> gewässert. Anschließend wurden diese Bereiche mit einer sehr luftdichten Folie abgedeckt.

## Ergebnis

Gasmessungen haben ergeben, dass Sauerstoffgehalt unter der Abdeckung unter 3 % gehalten werden kann. Die Bereiche die mit Wasser und Herbie 72 behandelt wurden haben einen deutlich geringeren Sauerstoffgehalt gezeigt. Der erste Aufgang nach dem Entfernen der Folie bestand ausschließlich aus zweikeimblättrigen Pflanzen. Gräser haben nicht gekeimt. Aussagen über die Wirksamkeit gegen *Verticillium* können noch nicht.

## Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen und integrierten Hopfenbau

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenökologie (IPZ 5e)
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
<b>Projektleitung:</b>	Dr. F. Weihrauch
<b>Bearbeitung:</b>	M. Obermaier, A. Baumgartner, M. Felsl, Dr. F. Weihrauch
<b>Kooperation:</b>	Naturland-Hof Loibl, Schweinbach; Agrolytix GmbH, Erlangen
<b>Laufzeit:</b>	01.03.2014 - 28.02.2021 (Projektverlängerung)

## Ziel

Nach umwelt- und anwendertoxikologischer Beurteilung, u.a. durch das Umweltbundesamt, sollten kupferhaltige Pflanzenschutzmittel generell nicht mehr eingesetzt werden. Auch auf EU-Ebene wird der Wirkstoff sehr kritisch beurteilt und seine Verfügbarkeit im Pflanzenschutz (Listung auf Annex I) wurde in den vergangenen Jahren stets nur kurzfristig verlängert. Im Dezember 2018 ist eine neue Verlängerung der Zulassung von Kupfer erfolgt, wobei allerdings nur eine ‚Gnadenfrist‘ von maximal sieben Jahren bis 31. Januar 2026 ausgesprochen wurde. Während diesem Zeitraum sollen kupferhaltige Pflanzenschutzmittel vom Markt verschwinden, sobald es gleichwertige oder bessere Wirkstoffe gibt und die Mitgliedsstaaten sind deshalb verpflichtet, intensiv an Konzepten zur weiteren Reduzierung der eingesetzten Kupfermengen zu arbeiten.

Ökobetriebe praktisch aller Kulturen können derzeit allerdings immer noch nicht auf den Wirkstoff Kupfer verzichten. Zunächst wurde in einem vierjährigen, über das Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖLN) installierten Versuchsprogramm von 2010 bis 2013 überprüft, wie weit die Kupfermengen im Hopfen pro Saison ohne Verluste reduziert werden können. Die im Hopfen derzeit erlaubte Aufwandmenge von 4,0 kg Cu/ha/Jahr sollte dabei zumindest um ein Viertel auf 3,0 kg Cu/ha/Jahr reduziert werden.

Nach dem erfolgreichen Abschluss des ersten Projektes hat es sich dieses Nachfolgeprojekt zur Aufgabe gestellt, die mittlerweile erreichten 3,0 kg Cu/ha/Jahr kritisch zu prüfen und, soweit möglich, eine weitergehende Reduzierung des Kupfereinsatzes zu untersuchen. Die Ergebnisse aus 2016 haben dabei allerdings demonstriert, dass in Extremjahren die erlaubte Kupfermenge zur Bekämpfung der *Peronospora* ausnahmsweise höher liegen sollte als 3 kg/ha, wozu die Etablierung eines fünfjährigen ‚Kupferkontos‘ (15 kg/ha in 5 Jahren) für jeden Betrieb als ‚Hoftorbilanz‘ über alle Sorten essentiell wäre.

## Ergebnis

Im Versuchsjahr 2018 wurden erneut 12 Varianten angelegt, die zwei Kupfermittel (Funguran progress als zugelassenes Mittel und CuCaps als Prüfmittel) in verschiedenen Aufwandmengen und mit unterschiedlichen Mischpartnern als Synergisten umfassten. Leider war aber auch 2018 zum vierten Mal in Folge kein normales Peronospora-Jahr, sondern wie 2015 und 2017 erneut ein Jahr praktisch ohne Befall. Als Ergebnis aus diesem Versuchsjahr bleibt somit vorwiegend die Tatsache, dass weder die neuartigen HopCaps (mikroverkapselter Hopfenextrakt) noch irgendwelche anderen Mischpartner in Kombination mit Kupfer Probleme bei der Applikation durch Verklumpung bereiteten. Die Versuche werden 2019 und 2020 an einem neuen Standort in einer anfälligeren Sorte wiederholt.

## Entwicklung von Methoden zur Bekämpfung des Hopfen-Erdflohs *Psylliodes attenuatus* im Ökologischen Hopfenbau

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenökologie (IPZ 5e)
<b>Finanzierung:</b>	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BioRegio 2020 – Landesprogramm Ökologischer Landbau)
<b>Projektleitung:</b>	Dr. F. Weihrauch
<b>Bearbeitung:</b>	Dr. F. Weihrauch, A. Baumgartner, M. Felsl, M. Mühlbauer
<b>Kooperation:</b>	Wageningen University & Research, NL; Julius-Kühn-Institut, Institut für Biologischen Pflanzenschutz, Darmstadt
<b>Laufzeit:</b>	01.03.2015-30.06.2018

## Ziel

Der Hopfen-Erdfloh *Psylliodes attenuatus* wird im Ökologischen Hopfenbau in zunehmendem Maße zu einem gravierenden Problem für die Pflanze. Der angerichtete Schaden ist dabei in zwei Phasen zu unterteilen: Im zeitigen Frühjahr fressen die überwinterten Käfer an den austreibenden Jungpflanzen als erster Nahrungsquelle. Bei stärkerem Befall werden die jungen Blätter fast skelettiert und das Wachstum der Pflanzen wird signifikant verzögert. Noch beträchtlicher ist jedoch der Schaden durch die ab Juli wieder auftretende neue Generation adulter Käfer: Diese Tiere fressen in Hoch- und Spätsommer an den Blüten und sich entwickelnden Dolden bis in 5-6 m Gerüsthöhe und können dabei bei stärkerem Befall zu signifikanten Ertragsverlusten führen. Im Öko-Hopfenbau gibt es derzeit keine wirksame Praxis-methode der Erdflöhbekämpfung und die entstehenden Schäden werden gezwungenermaßen hingenommen. Da der Schädlingsdruck in den vergangenen zehn Jahren deutlich zugenommen hat, ist eine für den Ökolandbau taugliche Methode der Kontrolle von Erdflöhen im Hopfen zudem auch ein essentieller Baustein des integrierten Pflanzenschutzes.

## Ergebnisse

Für Ergebnisse 2018 und die Ergebnisse des abgeschlossenen Gesamtprojektes in Schlagzeilen siehe den detaillierten Bericht unter Punkt 7.1

## **Mikroverkapselte Hopfenextrakte als neuartiges biologisches Fungizid zur Bekämpfung des Falschen Mehltaus im Hopfenbau**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenökologie (IPZ 5e)
<b>Finanzierung:</b>	Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e.V., Berlin (Wifö)
<b>Projektleitung:</b>	Dr. F. Weihrauch
<b>Bearbeitung:</b>	Dr. F. Weihrauch, M. Obermaier, A. Baumgartner, M. Felsl
<b>Kooperation:</b>	Naturland-Hof Loibl, Schweinbach Lehrstuhl für Prozessmaschinen und Anlagentechnik (iPAT), Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft m.b.H. (Hopsteiner), Mainburg
<b>Laufzeit:</b>	01.07.2016 - 31.12.2019 (Projektverlängerung)

### **Ziel**

In Deutschland werden verschiedene Anstrengungen unternommen, um im Pflanzenschutz die jährlichen Aufwandmengen an Reinkupfer pro Hektar direkt zu reduzieren und dafür nach alternativen fungiziden Wirkstoffen zu suchen. In diesem Zusammenhang wurde am Staatlichen Weinbauinstitut in Freiburg i.Br. festgestellt, dass Hopfenextrakt eine gute Wirksamkeit gegen den Falschen Mehltau der Weinrebe (*Plasmopara viticola*) in vitro aufweist. Die antimikrobielle Wirkung wird v.a. den  $\alpha$ -Säuren und Xanthohumol zugeschrieben.

Ziel des Vorhabens ist es, eine gut realisierbare Lösung zum Ersatz oder zur weiteren Minimierung von Kupfer im Hopfenbau zu entwickeln. Dazu gehört, dass das entwickelte Pflanzenschutzmittel nicht nur anwendbar und wirksam, sondern v.a. für die Praxis auch bezahlbar ist. Das Verfahren der Sprüherstarrung stellt dabei eine sehr günstige Produktionsmethode dar und durch die Wahl geeigneter Matrix- bzw. Hilfsstoffe können die Kosten für das Endprodukt auf einem marktüblichen Niveau gehalten werden.

### **Methoden**

In dem aktuellen Forschungsvorhaben soll ein zulassungsreifer Prototyp eines biologischen Pflanzenschutzmittels auf der Basis von mikroverkapselten Hopfenextrakten zur Bekämpfung von Falschen Mehltaupilzen im Hopfenbau entwickelt werden. Als Forschungsergebnis soll zum einen die optimale Kapselzusammensetzung für Kapselprototypen gefunden werden, zum anderen wird begleitend zur chemischen Optimierung das Verfahren zur Mikropartikelproduktion weiterentwickelt, sodass die Herstellung der Hopfen-Kapseln möglichst effizient und wirtschaftlich sinnvoll geschehen kann. Mit Prototypen, die die oben genannten Eigenschaften eines Pflanzenschutzmittels erfüllen, wurde 2018 im Versuchsgarten Schweinbach zum zweiten Mal zur Prüfung ins Freiland gegangen. Das Hopfenforschungszentrum in Hüll hat diese ‚HopCaps‘ zudem 2018 erneut im Semi-Freiland hinsichtlich ihrer biologischen Wirksamkeit untersucht – mangels Befalls aber leider ohne Ergebnis. Diese Versuche werden 2019 an einem neuen Standort wiederholt und es wird eine Spritzempfehlung für die Öko-Hopfenbauern erarbeitet.

## **Weiterentwicklung kulturspezifischer Strategien für den ökologischen Pflanzenschutz mit Hilfe von Sparten-Netzwerken – Sparte Hopfen**

<b>Träger:</b>	Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft (BÖLW e.V.) und Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenökologie (IPZ 5e)
<b>Finanzierung:</b>	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) über Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN-Projekt 2815OE095)
<b>Projektleitung:</b>	Dr. F. Weihrauch
<b>Bearbeitung:</b>	Dr. F. Weihrauch, M. Obermaier
<b>Kooperation:</b>	Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft (BÖLW e.V.)
<b>Laufzeit:</b>	15.08.2017-14.08.2020

### **Vorgehensweise und Ziel**

Das gesamte Forschungsvorhaben hat den Aufbau von sechs Kulturnetzwerken (Ackerbau, Gemüse, Hopfen, Kartoffel, Obst und Weinbau) zum Thema Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau zum Ziel, wobei jeweils Spartenkoordinatoren als zentrale Ansprechpartner dienen. Die Gesamtkoordination liegt in den Händen des BÖLW, die Sparte Hopfen wird von IPZ 5e in Hüll koordiniert.

Zu den Aufgaben des Koordinators gehört der Aufbau des Kulturnetzwerks als eine stabile Gruppe von Praxisbetrieben, die Beratung von Betrieben, die an einer Umstellung interessiert sind, die Erfassung von Fragestellungen zur Pflanzengesundheit in der jeweiligen Kultur, die Erfassung und Verbreitung von Innovationen und Forschungsbedarf sowie die Formulierung von Pflanzengesundheits-Strategien für jede Kultur. Innerhalb des Netzwerkes Öko-Hopfen erfolgt die Kommunikation vorwiegend über zwei bis drei Treffen der Akteure pro Jahr, darunter einem speziellen Workshop für alle Betriebe. Der Austausch zwischen den Kulturnetzwerken und der Gesamtkoordination erfolgt ebenfalls über einen Workshop pro Jahr.

Die wichtigsten Veranstaltungen 2018 aus Sicht der Sparte Hopfen waren dementsprechend der Hopfenbautag im Rahmen der Bioland-Woche in Ploster Plankstetten (06.02.2018), die Sommerexkursion des Arbeitskreises Ökohopfen nach Tettwang (24.-25.07.2018), das Netzwerktreffen mit BÖLW und BLE in Kassel (09.10.2018) und insbesondere der ‚Runde Tisch zu aktuellen Problemen des Pflanzenschutzes im Öko-Hopfembau‘ in Hüll am 17.10.2019.

Hauptziel des Forschungsvorhabens soll sein, eher Managementstrategien zu verfolgen und sich weniger auf die Inputs phytomedizinisch wirksamer Substanzen in das Kultursystem zu verlassen. Die Erwartungen von BLE bzw. BMEL als Auftraggeber sind in den Bereichen Fortschritte und Innovationen angesiedelt, d.h. idealerweise die Entwicklung neuer Management- bzw. Anbausysteme und ein schlüssiges Arbeitsprogramm als Ergebnis des Gesamtprojektes.

## **Entwicklung eines Maßnahmenkatalogs zur Förderung der Biodiversität im Hopfenbau: Was ist überhaupt möglich?**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenökologie (IPZ 5e)
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
<b>Projektleitung:</b>	Dr. F. Weihrauch
<b>Bearbeitung:</b>	Dr. F. Weihrauch, M. Obermaier
<b>Kooperation:</b>	TU München, Lehrstuhl für terrestrische Ökologie (Prof. W. Weisser)
<b>Laufzeit:</b>	01.03.2018 - 31.12.2019

### **Ziel und Hintergrund:**

Der Begriff Biodiversität ist in aller Munde und 2019 und 2020 wurden von der Bayerischen Staatsregierung zu ‚Jahren der Biodiversität‘ erklärt. Bereits Anfang 2018 hat die EG HVG zusammen mit der LfL damit begonnen, Maßnahme zum Stopp des Artenschwundes und zur Förderung der Artenvielfalt in der Kultur Hopfen einzuleiten. Dazu gehört beispielsweise die Evaluierung von möglichen Maßnahmen zur Förderung der Artenvielfalt in und um Hopfengärten; die Erstellung eines Arbeitskonzeptes; die Formulierung von Einzelthemen und der Anstoß von Folgeprojekten; die Beantragung von Folgeprojekten, z.B. beim StMELF, und die Moderation des Umsetzungsprozesses in die zukünftige Hopfenbaupraxis.

### **Vorgehensweise**

Erster Schritt ist der Aufbau eines kooperierenden Netzwerks möglichst vieler betroffener Verbände, Organisationen und Einrichtungen, um gemeinsam zu einer konstruktiven Herangehensweise und Lösungen zu kommen. Mit eingebunden werden sollen neben der LfL und der TUM beispielsweise der BBV, das AELF Pfaffenhofen (Fachzentrum Agrarökologie), die UNB, der LBV, die IGN Niederlauterbach und alle Organisationen im Haus des Hopfens.

Der Reigen einzuleitender Maßnahmen umfasst beispielsweise den Verzicht auf Nutzung marginaler, unproduktiver (z.B. ‚Spitz‘) oder kritischer Flächen (v.a. in direkter Gewässernähe); die Eingewichtung bereits vorhandener, landschaftsprägender Kleinstrukturen (z.B. Feldraine, Ranken) zur gezielten ökologischen Aufwertung; die Schaffung von Pufferstreifen zu Gewässern, von Saumstrukturen und von Blühstreifen oder Blühflächen; die Umwidmung von ‚Eh-da-Flächen‘ (z.B. Wegränder, Straßenböschungen, Bahndämme, ungenutzte Zwickel); die Etablierung mehrjähriger Stilllegungsflächen; den Erhalt bzw. die Schaffung von Rohbodenflächen (z.B. Abbruchkanten). Grundsätzlich ist es nicht das Ziel, die Produktivität oder die produktiven Flächen zu beeinträchtigen!

## **Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbau-Praxis über Untersaaten**

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenökologie (IPZ 5e)
<b>Finanzierung:</b>	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN-Projekt 2815NA131) Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH) e.V.
<b>Projektleiter:</b>	Dr. F. Weihrauch
<b>Bearbeitung:</b>	M. Obermaier
<b>Kooperation:</b>	Praxisbetriebe aus dem ökologischen und integrierten Hopfenbau
<b>Laufzeit:</b>	01.05.2018 – 30.04.2019

### **Ziel**

Durch die Einsatz geeigneter winterharter Untersaaten in den Fahrgassen soll versucht werden ein Refugium für die Überwinterung von Raubmilben im Hopfengarten zu schaffen. Von diesem Refugium aus können ab dem Frühjahr erneut die Hopfenpflanzen besiedelt werden. So soll eine dauerhafte Etablierung der Raubmilben im Hopfen ermöglicht werden, die eine funktionierende, nachhaltige und wirtschaftliche Methode zur Spinnmilbenkontrolle im ökologischen Pflanzenschutz sowie einen essentiellen Baustein des integrierten Pflanzenschutzes darstellt.

### **Ergebnisse**

Für weitere Informationen siehe den detaillierten Bericht unter Punkt 7.1.

## **1.2 Forschungsschwerpunkte**

### **1.2.1 Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik**

#### **Einsatz der Wärmebildtechnik zur Optimierung der Hopfentrocknung**

**Bearbeitung:** J. Münsterer

**Laufzeit:** 2018 - 2019

#### **Ausgangssituation und Zielsetzung**

Zum Zeitpunkt der höchsten Wasserabgabe des Hopfens im ersten Trocknungsabschnitt hängt die Trocknungsgeschwindigkeit überwiegend von der Luftgeschwindigkeit ab. Auch bei optimal eingestellter Wärme- und Luftverteilung kann es sehr schnell zu einer ungleichmäßigen Abtrocknung in der Aufschütthorde kommen. Der Grund ist das unterschiedliche Trocknungsverhalten des Grünhopfens in der obersten Lage, bedingt durch ungleiche Schütthöhe, unterschiedliche Schüttdichte oder Verweilzeit des Hopfens vor der Trocknung im Grünhopfensilo.

Ziel ist es durch den Einbau einer Wärmebildtechnik den Trocknungsvorgang besser zu überwachen, Ungleichmäßigkeiten schneller festzustellen und und bei Bedarf durch Korrekturmaßnahmen reagieren zu können.

### **Methode**

In Praxisdarren wurden fest installierte Wärmebildkameras eingebaut. Über einen Bildschirm konnte über die gesamte Trocknungsfläche die Gleichmäßigkeit der Trocknung über die Oberflächentemperatur des Hopfens in der Aufschütthorde überwacht werden.

### **Ergebnis**

Über die unterschiedlichen Farben der Wärmebilddarstellung wurden bereits während der Trocknung Feuchtenester bzw. ungleich getrocknete Bereiche frühzeitig erkannt. Somit konnte durch mechanische Korrekturmaßnahmen (z. B. Umverteilung des Hopfens von Hand mit einem Rechen) die Gleichmäßigkeit schnell wieder hergestellt werden.

Bei automatischen Befüllungen kann so durch Veränderung der Einstellungen spätestens beim erneuten Befüllvorgang rasch auf entstehende Ungleichmäßigkeiten bei der Trocknung reagiert werden. Auf diese Weise lassen sich mit den einfachen Hilfsmitteln der Wärmebildtechnik die Gleichmäßigkeit der Trocknung verbessern und höhere Trocknungsleistungen erzielen.

Die Messungen werden in 2019 in weiteren Praxisdarren fortgeführt, um die Trocknung bei den unterschiedlichsten Darren weiter zu optimieren.

## **Tastversuch zur N-Depotdüngung als alternatives Düngesystem im Hopfen**

**Bearbeitung:** J. Stampfl, S. Fuß, A. Schlagenhauer

**Laufzeit:** 2018 - 2019

### **Ziel**

Üblicherweise erfolgt die Ausbringung des errechneten Stickstoffbedarfs im Hopfen während der Vegetation mit mindestens drei Teilgaben. In einem Tastversuch sollen die Auswirkungen einer unterirdischen Depotdüngung auf Ertrag und Qualität untersucht werden. Dabei wird, wie bereits in anderen Ackerkulturen, der gesamte Stickstoffbedarf zu Vegetationsbeginn neben die Hopfenreihe in den Boden eingebracht.

### **Methodik**

Die Feldversuche wurden in den Sorten Hallertauer Tradition auf leichtem Standort und Herkules auf mittelschwerem Standort durchgeführt. Der Düngbedarf wurde auf Basis von  $N_{\min}$ -Untersuchungen ermittelt und ergab für die Sorte Hallertauer Tradition 150 kg N/ha und die Sorte Herkules 180 kg N/ha. Der gesamte Düngbedarf wurde am 19. April 2018 in Form von Ammoniumsulfat (21 % N / 24 % S) mithilfe eines Düngeinjektors etwa 15-20 cm tief neben den Hopfenreihen schnurförmig im Boden abgelegt. Durch die reine Ammoniumform des Stickstoffs und die konzentrierte Ablage (Depot) soll dieser nur sehr langsam verfügbar werden. Je geringer dabei die Kontaktfläche des Düngers mit dem Boden ist, umso stabiler und verlustärmer ist das Depot. Als Vergleich wurden Parzellen mit gleicher N-Düngemenge betriebsüblich mit drei Teilgaben angelegt. Die unterschiedlichen Varianten wurden je Standort zweifach wiederholt. Bei der exakten Versuchsbeurteilung wurden neben Doldenertrag und Alphasäuregehalt auch Restpflanzenmasse und Stickstoffgehalte ermittelt.



## Ergebnisse

In der Ertragsmenge und dem Alphasäuregehalt konnten auf beiden Standorten zwischen den Systemen keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Bei der Depotdüngung war optisch jedoch tendenziell eine N-Unterversorgung von Einzelpflanzen erkennbar. Die klassisch gedüngten Parzellen bildeten sichtbar mehr Biomasse und der Bestand wirkte deutlich homogener. Vorteile kann das Depot in Trockenjahren bieten, in denen die Nährstoffverfügbarkeit des Depots aufgrund der Bodenfeuchte besser ist als an der Bodenoberfläche.

Folgende Aspekte stellten sich bei der Durchführung der Depotdüngung als problematisch heraus: Für eine gute Nährstoffverfügbarkeit muss das Depot so nah wie möglich an die Pflanze abgelegt werden. Bei der Ausbringung wurde dabei mit dem Injektorschar ein Teil der mehrjährigen Wurzeln durchtrennt oder verletzt. Außerdem ist eine sehr geringe Fahrgeschwindigkeit notwendig, um die große Düngermenge in einem Arbeitsgang ausbringen zu können. Daher ist mit Zeitersparnis oder geringerem Arbeitsaufwand im Vergleich zur klassischen Düngung kaum zu rechnen.

Die Testversuche werden in 2019 fortgeführt, wobei versucht wird mit dem 1. Ackern ein Depot direkt an den Stock abzulegen.



*Abb. 1.12: Ablage des Düngedepots neben der Hopfenreihe*

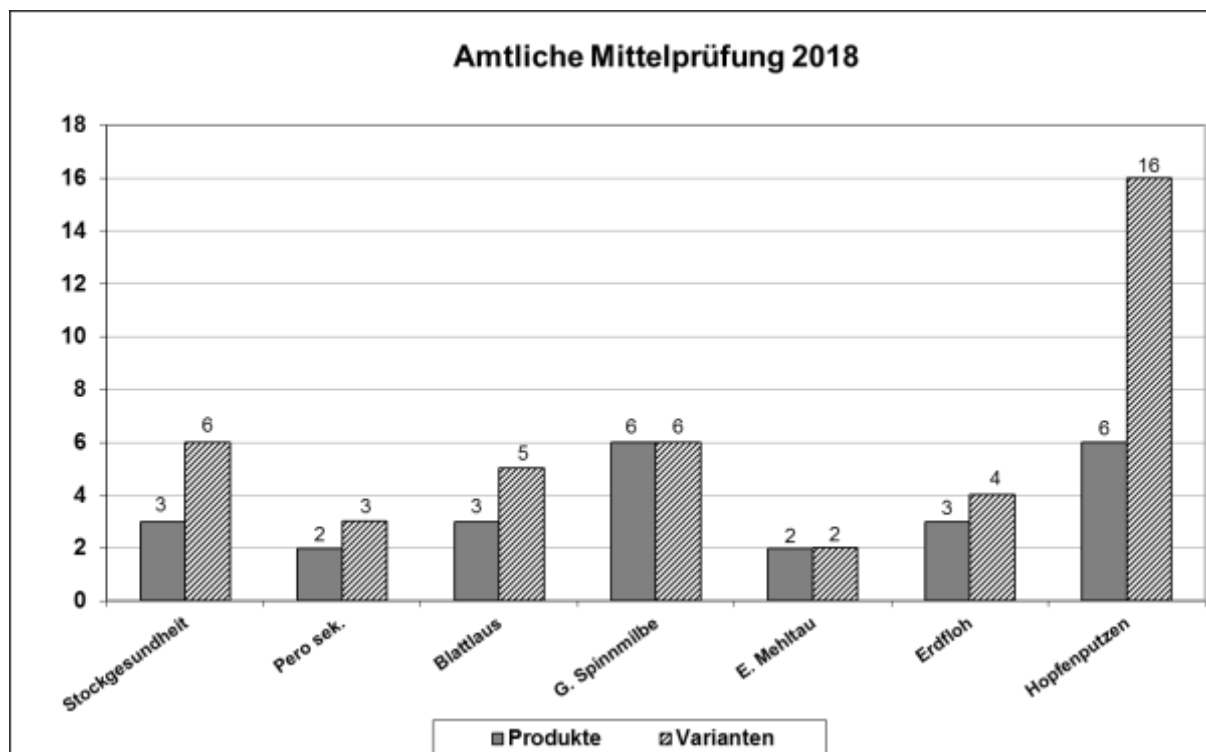
## 1.2.2 Forschungsschwerpunkte Pflanzenschutz im Hopfen

### Pflanzenschutzmittelversuche 2018 für die Zulassung bzw. Genehmigung und für Beratungsunterlagen

**Leitung:** F. Weihrauch (bis 30.06.2018 kommissarisch)  
S. Euringer (ab 01.07.2018)

**Bearbeitung:** A. Baumgartner, M. Felsl, S. Laupheimer, G. Meyr, M. Mühlbauer,  
M. Obermaier, J. Weiher

**Laufzeit:** Daueraufgabe



In der Amtlichen Mittelprüfung wurden im Versuchsjahr 2018 insgesamt 25 Produkte in 42 Varianten getestet.

### Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA) zur Identifizierung von Hopfenmosaikvirus (HpMV) und Apfelmosaikvirus (ApMV) Infektionen an Hopfen

**Leitung:** F. Weihrauch (bis 30.06.2018 kommissarisch)  
S. Euringer (ab 01.07.2018)

**Bearbeitung:** M. Mühlbauer, M. Felsl

**Kooperation:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) Institut für Pflanzenschutz IPS 2c - Virologie Dr. Luitgardis Seigner und Team

**Laufzeit:** Daueraufgabe seit 2018

Viruserkrankungen sind in allen Hopfenbaugebieten weit verbreitet. Um mit Virus infizierte Pflanzen zu identifizieren und entfernen zu können, wurde der ELISA-Test am Hopfenforschungszentrum Hüll erneut etabliert. Die notwendigen Investitionen wurden getätigt, damit die ELISA-Tests für Hopfenmosaikvirus (HpMV) und Apfelmosaikvirus (ApMV) am Hopfenforschungszentrum durchgeführt werden können. Im Juni 2018 wurden die ersten Pflanzen erfolgreich getestet. Insgesamt wurden in 2018 571 Einzelpflanzen untersucht.

Wir danken Frau Dr. Luitgardis Seigner und Ihrem Team (IPS 2c Virologie) und Frau Olga Ehrensträßer für die Unterstützung bei der Etablierung des ELISA-Tests am Hopfenforschungsinstitut Hüll.

### **Resistenztests von Wirkstoffen an der Hopfenblattlaus im Sprühturm**

**Leitung:** F. Weihrauch (bis 30.06.2018 kommissarisch)

S. Euringer (ab 01.07.2018)

**Bearbeitung:** A. Baumgartner, M. Felsl, M. Mühlbauer

**Laufzeit:** Daueraufgabe

Die Hopfenblattlaus befällt jedes Jahr alle Hopfensorten. Durch den Wegfall von Wirkstoffen werden Resistenzvermeidungsstrategien im Hopfenbau erschwert. Die wiederholte Anwendung eines Wirkstoffs oder von Wirkstoffen mit dem gleichen Wirkungsmechanismus führt zu einer einseitigen flächendeckenden Selektion auf resistenten Individuen. Infolgedessen wird die Resistenzausbildung gefördert und eine hinreichende Bekämpfung ist oft nicht mehr möglich. Die Ausprägung von Resistenzen der Hopfenblattlaus gegenüber Wirkstoffen wird durch die Resistenztests im Sprühturm überwacht. Die Ergebnisse von diesen Laborversuchen können vom Bekämpfungserfolg in der Praxis abweichen. Auf die Veröffentlichung der Ergebnisse wird deshalb verzichtet. In 2018 wurden vier Wirkstoffe in jeweils sieben Konzentrationen getestet.

### **1.2.3 Forschungsschwerpunkte 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,  
M. Hainzmaier, 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.

Siehe Projekte Arbeitsgruppe IPZ 5c Züchtungsforschung Hopfen.

## **Aufbau und Optimierung der Aromaanalytik mit Hilfe der Gaschromatographie-Massenspektroskopie**

<b>Projektleitung:</b>	Dr. K. Kammhuber
<b>Bearbeitung:</b>	S. Weihrauch, Dr. K. Kammhuber
<b>Kooperation:</b>	AG Züchtungsforschung Hopfen, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt
<b>Laufzeit:</b>	April 2014 bis Ende offen

Seit dem Frühjahr 2014 hat die Arbeitsgruppe IPZ 5d ein Gaschromatographie-Massenspektrometersystem. (finanziert von der Gesellschaft für Hopfenforschung). Bisher wurden 143 Substanzen identifiziert. Manche Substanzen sind für die Sortenunterscheidung sehr wichtig, aber nicht aromaaktiv. Ziele dieses Projektes sind die Sortenbestimmung zu verfeinern und die aromaaktiven Substanzen zu bestimmen, um die Züchtung bei der Entwicklung neuer „Special Flavor-Hopfen“ zu unterstützen.

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

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

Seit dem Jahr 2000 wurde von Hüll und den Laboratorien der Hopfenverarbeitungsfirmen eine NIRS-Kalibrierung für den  $\alpha$ -Säuregehalt basierend auf HPLC-Daten und Konduktometerwerten 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 HPLC-Kalibrierung und Wassergehaltsbestimmung gearbeitet. Als Screening Methode für die Hopfen-züchtung ist NIRS geeignet und sie spart sehr viel Arbeitszeit und Kosten für Chemikalien. Auch wurde festgestellt, dass durch die kontinuierliche jährliche Erweiterung die Analysengenauigkeit verbessert wird.

Seit dem Frühjahr 2017 hat das Labor ein neues Gerät für das momentan eine Kalibrierung entwickelt wird.

## **Entwicklung von Analysemethoden für die Hopfenpolyphenole**

<b>Projektleitung:</b>	Dr. K. Kammhuber
<b>Kooperation:</b>	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA)
<b>Bearbeitung:</b>	E. Neuhof-Buckl, Dr. K. Kammhuber
<b>Laufzeit:</b>	2007 bis Ende offen

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

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

Inzwischen ist die Methode zur Bestimmung des Gesamtpolyphenolgehalts als EBC Methode 7.14 akzeptiert worden.

## **Analytik für Arbeitsgruppe IPZ 3d Heil- und Gewürzpflanzen**

<b>Projektleitung:</b>	Dr. K. Kammhuber
<b>Kooperation:</b>	AG Heil- und Gewürzpflanzen, IPZ 3d
<b>Bearbeitung:</b>	E. Neuhof-Buckl, Dr. K. Kammhuber
<b>Laufzeit:</b>	2009 bis Ende offen

Um die Laborgeräte in Hüll besser auszunutzen werden seit dem Jahr 2009 auch Analysen für die Arbeitsgruppe Heil- und Gewürzpflanzen IPZ 3d durchgeführt. Im Jahr 2018 standen keine Analysen an.

## **2 Witterung und Wachstumsverlauf 2018 - Auswirkungen auf produktionstechnische Maßnahmen und Schaderregeraufkommen in der Hallertau**

**LD Johann Portner, Dipl.-Ing. agr.**

### **2.1 Witterung und Wachstumsverlauf 2018**

Das Hopfenjahr 2018 startete direkt vom Winter in den Sommer. Während der Hopfen aufgrund der kalten Temperaturen im März nur langsam austrieb, explodierte die Vegetation nahezu im April und Mai mit weit überdurchschnittlichen bis sommerlichen Temperaturen. Obwohl das Aufdecken und Scheiden des Hopfens erst Ende März bis Anfang April durchgeführt wurde, konnte mit dem Anleiten bereits um den 20. April begonnen werden. Die Pflanzen entwickelten sich bei der Wärme schneller als erwartet und die sonst üblichen Wachstumsunterschiede zwischen verschiedenen Schneidzeitpunkten oder unterschiedlich exponierten Lagen waren kaum zu beobachten. Die ersten Bestände erreichten bereits Anfang Juni Gerüsthöhe und die frühen Sorten Hallertauer Mittelfrüher und Northern Brewer, aber auch andere schon weit entwickelte Bestände begannen mit einer vorgezogenen Blüte.

Der Witterungsverlauf im Juni war gekennzeichnet von regional begrenzten heftigen Gewittern mit großen Niederschlagsmengen innerhalb kurzer Zeit, die lokal große Erosionsschäden verursachten. In der nördlichen Hallertau, wo weit weniger Niederschläge fielen, und auf leichten Böden reagierte der Hopfen mit beginnendem Trockenstress. Regional sehr unterschiedliche, aber insgesamt unterdurchschnittliche Regenmengen im Juli und August verbunden mit sehr hohen Temperaturen machten dem Hopfen sehr zu schaffen und führten besonders auf unbewässerten Standorten oder Böden mit geringerer Wasserspeicherfähigkeit zu einer verminderten Blüte und vorgezogenen Abreife. Erste Hopfenbestände der Sorte Hallertauer Mittelfrüher, die das Wachstum nach der „Frühblüte“ eingestellt und nicht mehr nachgeblüht haben, mussten bereits Anfang August geerntet werden. Insgesamt war die Pflückreife im Durchschnitt der Sorten ca. um eine Woche früher erreicht, wobei große Unterschiede zwischen den Standorten je nach Wasserverfügbarkeit zu beobachten waren.

### **2.2 Situation bei Krankheit und Schädlingsbefall**

Aufgrund des zügigen Hopfenwachstums und der schnellen Jugendentwicklung bereiteten die Bodenschädlinge Drahtwurm, Liebstöckelrüssler und Erdflöhe kaum Probleme.

Peronospora-Primärinfektionen wurden aus der Praxis nur in geringem Umfang gemeldet. Auch die in den Sporenfallen gemessenen Zoosporangien bewegten sich während der ganzen Saison auf vergleichbar niedrigem Niveau, so dass in der Hallertau nur 4 Peronospora-Spritzaufrufe zur Bekämpfung der Peronospora-Sekundärinfektion notwendig waren.

Große Probleme dagegen bereitete der Echte Mehltau. Erster Befall wurde aus der Praxis bereits ab Mitte Mai gemeldet. Trotz zahlreicher Bekämpfungsmaßnahmen verstärkte sich das Problem in vielen Gärten, insbesondere in dichten Herkulesbeständen oder Hopfen, die unter Trockenstress litten, gegen Ende der Saison derart, dass hohe Ertrags- und Qualitätseinbußen zu verzeichnen waren.

Die unter den Krankheiten gefürchtete Verticilliumwelke trat dieses Jahr ebenfalls wieder verstärkt auf. Eine Infektionswelle im Juni führte im Juli zum Absterben ganzer Aufleitungen, die viele Gärten schon von weitem kennzeichneten.

Begünstigt durch das warme und trockene Frühjahr war auch ein früher und starker Befall mit der Hopfenblattlaus und der Gemeinen Spinnmilbe festzustellen. Anders als in Vorjahren reichte zur Bekämpfung der Hopfenblattlaus die Nebenwirkung von Actara nicht mehr aus, so dass zur gezielten Bekämpfung eine oder zwei Insektizidmaßnahmen erforderlich waren.

Heiße und trockene Jahre sind bekanntlich Spinnmilbenjahre. Da sich der heiße und trockene Sommer bis in den September hinein fortsetzte, gelang es in stark befallenen Gärten trotz mehrmaliger Behandlung nicht, die Spinnmilbe ausreichend zu bekämpfen. Rot verfärbte Dolden mit starken Ertrags- und Qualitätseinbußen waren hier die Folge.

### **2.3 Besonderheiten 2018**

Das Hopfenjahr 2018 wird als sehr heißer und trockener Sommer mit ungewöhnlich früher Ernte in Erinnerung bleiben.

Regionen mit weniger Gewitterniederschlägen oder Standorte ohne Bewässerung und mit geringerer Wasserspeicherfähigkeit hatten hohe Ertrags- und Qualitätseinbußen zu verzeichnen. Bessere Standorte mit ausreichend Gewitterniederschlägen im Juni erreichten dagegen nahezu durchschnittliche Erträge.

Die Alphasäuregehalte ließen auf fast allen Standorten zu wünschen übrig und lagen bei den Hauptsorten sogar noch unter den niedrigen Vorjahreswerten. Gegenüber einer durchschnittlichen Ernte wurden insgesamt etwa 20 % weniger Alphasäure produziert.

Hinsichtlich der äußeren Qualität fiel bei der Neutralen Qualitätsfeststellung ein hoher Blatt- und Stängelanteil auf. Einige Partien überschritten sogar die Anforderungen an die Mindestqualität und mussten nachgereinigt werden. Bei der Befallseinstufung schnitten insbesondere die später geernteten Bittersorten schlechter ab. Gut 20 % der Partien erhielten die Befallsnote 4 und 5 (2017: 3 %).

Die Erwartungen, dass der heiße Sommer geringere Pflanzenschutzaufwendungen zur Folge hat, erfüllten sich nicht. Obwohl die trockene Witterung wenige Fungizidmaßnahmen gegen Peronospora erforderlich machte und hier Kosten eingespart werden konnten, wurde dieser Vorteil durch die hohen Aufwendungen zur Bekämpfung von Echtem Mehltau und der Gemeinen Spinnmilbe mehr als wettgemacht. Trotz intensiver Bekämpfungsmaßnahmen wird der plötzlich aufgetretene Spätmehltaubefall bei der Sorte Herkules kurz vor der Ernte vielen Hopfenpflanzern leidvoll in Erinnerung bleiben.

Witterungsdaten 2018 (Monatsmittelwerte bzw. Monatssumme) 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	2018	3,6	0,6	6,8	94,4	84,5	18,0	28,7
	10-j	-0,6	-3,9	2,8	90,8	61,7	15,6	45,3
	50-j	-2,4	-5,1	1,0	85,7	51,7	13,7	44,5
Februar	2018	-2,8	-6,5	0,7	87,9	28,4	11,0	85,8
	10-j	-0,3	-4,1	3,9	86,3	38,2	11,6	69,6
	50-j	-1,2	-5,1	2,9	82,8	48,4	12,8	68,7
März	2018	2,6	-1,4	7,1	86,1	46,0	18,0	123,4
	10-j	4,4	-0,5	10,3	79,8	42,3	12,2	149,0
	50-j	2,7	-2,3	8,2	78,8	43,5	11,3	134,4
April	2018	12,9	5,3	20,4	70,9	6,0	7,0	245,5
	10-j	10,2	3,2	16,2	73,1	41,7	9,5	200,8
	50-j	7,4	1,8	13,3	75,9	55,9	12,4	165,0
Mai	2018	16,6	10,7	22,8	73,0	72,8	12,0	243,2
	10-j	13,6	7,8	19,6	75,3	105,3	15,9	206,9
	50-j	11,9	5,7	17,8	75,1	86,1	14,0	207,4
Juni	2018	17,9	11,7	24,1	78,9	139,2	10,0	243,9
	10-j	17,0	10,9	23,1	75,9	114,8	14,2	221,3
	50-j	15,3	8,9	21,2	75,6	106,1	14,2	220,0
Juli	2018	19,2	12,2	26,8	78,2	67,2	8,0	284,4
	10-j	18,9	12,3	25,8	75,6	102,3	12,7	247,9
	50-j	16,9	10,6	23,1	76,3	108,4	13,9	240,3
August	2018	19,7	12,5	27,6	79,3	85,8	6,0	265,4
	10-j	18,2	11,7	25,6	79,4	98,3	11,5	244,3
	50-j	16,0	10,2	22,5	79,4	94,9	13,3	218,4
September	2018	15,0	9,1	22,5	86,4	52,5	13,0	211,9
	10-j	13,8	8,3	20,5	84,7	60,4	10,7	170,0
	50-j	12,8	7,4	19,4	81,5	65,9	11,4	174,5
Oktober	2018	10,2	4,6	17,7	88,5	43,8	7,0	154,8
	10-j	8,8	4,3	14,4	89,1	54,1	11,0	113,4
	50-j	7,5	2,8	13,0	84,8	60,0	10,4	112,9
November	2018	4,3	1,4	7,8	97,5	22,8	11,0	55,4
	10-j	4,5	1,2	8,4	92,5	54,6	11,3	60,0
	50-j	3,2	-0,2	6,4	87,5	58,8	12,6	42,8
Dezember	2018	2,8	0,4	5,3	98,5	95,3	23,0	24,4
	10-j	1,2	-1,9	4,4	92,5	63,9	15,9	39,7
	50-j	-0,9	-4,4	1,6	88,1	49,1	13,3	34,3
Ø-Jahr	2018	10,2	5,1	15,8	85,0	744,3	144,0	1966,8
	10-j	9,1	4,1	14,6	82,9	837,6	152,1	1768,0
	50-j	7,4	2,5	12,5	81,0	828,8	153,3	1663,2

\*10- jähriges Mittel bezieht sich auf den Zeitraum (2009 – 2019)

\*\*50- jähriges Mittel bezieht sich auf den Zeitraum (1927 – 1976)



### 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
1975	7 654	2,64	2005	1 611	10,66
1980	5 716	3,14	2010	1 435	12,81
1985	5 044	3,89	2015	1 172	15,23
1990	4 183	5,35	2016	1 154	16,12
1995	3 122	7,01	2017	1 132	17,26
2000	2 197	8,47	2018	1 121	17,97

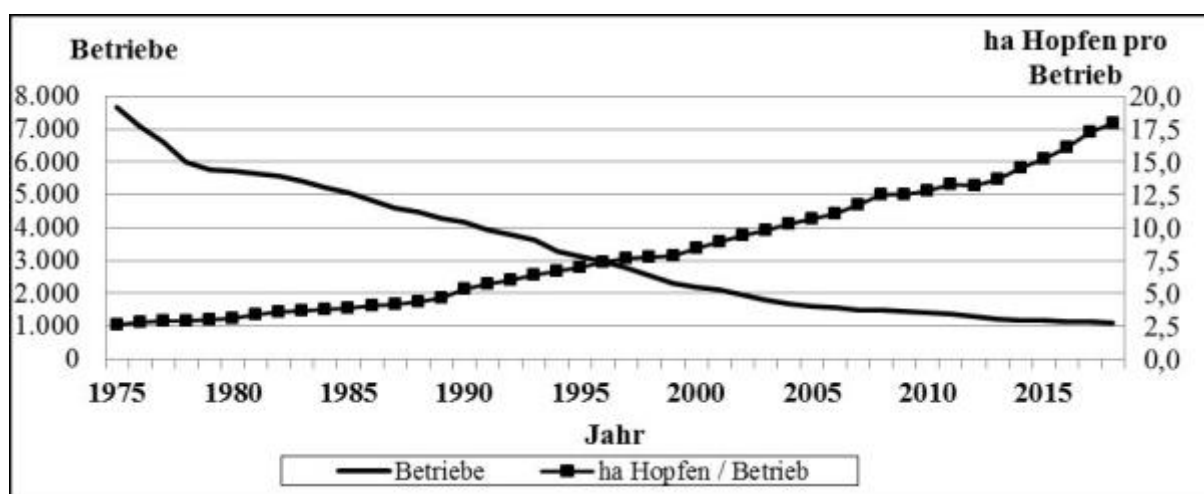


Abb. 3.1: Zahl der Hopfenbaubetriebe und deren Hopfenfläche in Deutschland

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

Anbaugebiet	Hopfenanbauflächen				Hopfenbaubetriebe				Hopfenfläche je Betrieb in ha	
	in ha		Zunahme + / Abnahme - 2017 zu 2016		2017	2018	Zunahme + / Abnahme - 2017 zu 2016		2017	2018
	2017	2018	ha	%			Betriebe	%		
Hallertau	16 310	16 780	469	2,9	912	903	- 9	- 1,0	17,88	18,58
Spalt	391	404	13	3,2	55	55	± 0	± 0	7,11	7,34
Tettmang	1 353	1 397	43	3,2	133	132	- 1	- 0,8	10,18	10,58
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	22	22	0	± 0	2	2	± 0	± 0	11,00	11,00
Elbe-Saale	1 466	1 541	75	5,1	30	29	- 1	- 3,3	48,86	53,13
<b>Deutschland</b>	<b>19 543</b>	<b>20 144</b>	<b>601</b>	<b>3,1</b>	<b>1 132</b>	<b>1 121</b>	<b>- 11</b>	<b>- 1,0</b>	<b>17,26</b>	<b>17,97</b>

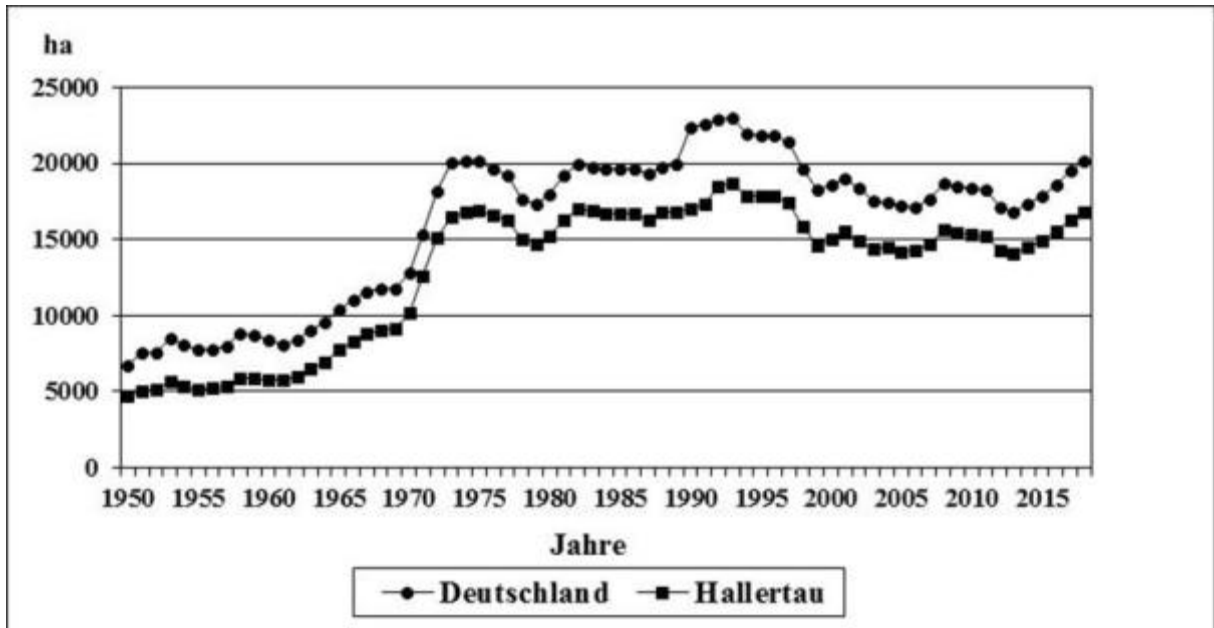


Abb. 3.2: Hopfenanbauflächen in Deutschland und in der Hallertau

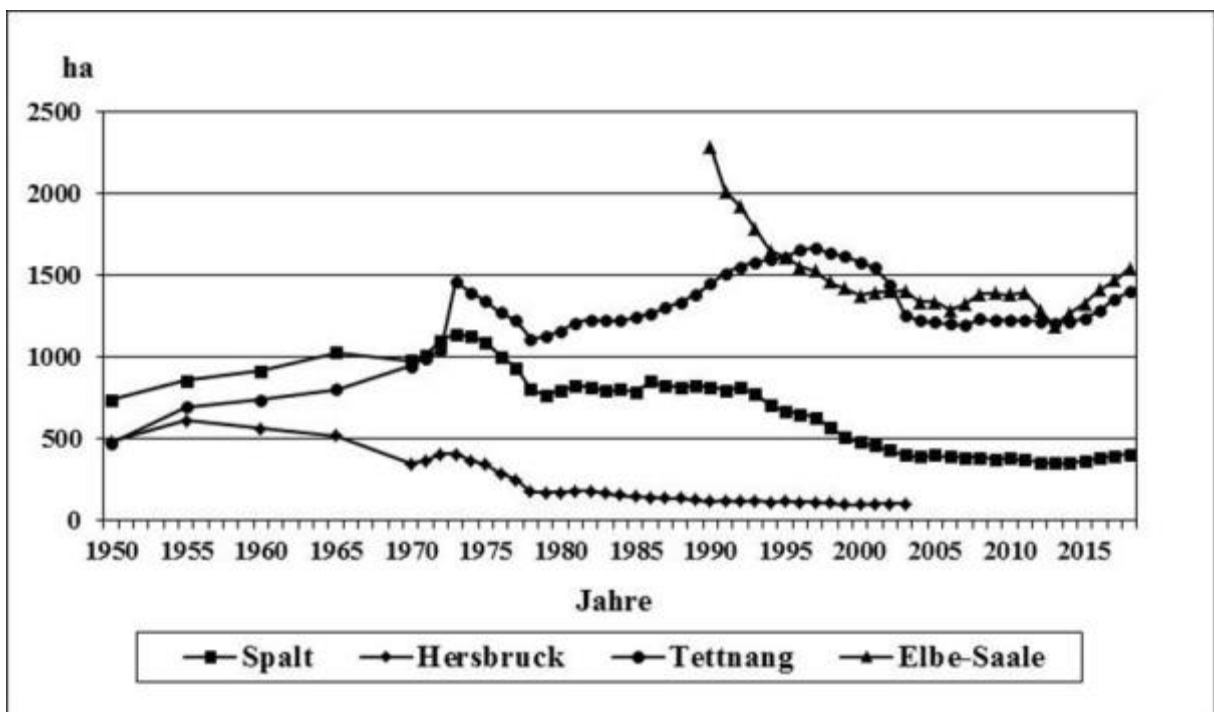


Abb. 3.3: Hopfenanbauflächen in den Gebieten Spalt, Hersbruck, Tettwang und Elbe-Saale

Das Anbaugesbiet Hersbruck gehört seit 2004 zur Hallertau.

### 3.1.2 Hopfenbausorten 2018

Die Hopfenanbaufläche stieg 2018 mit 601 ha erneut kräftig an und beträgt 20 144 ha in Deutschland.

Prozentual ging der Anteil der klassischen **Aromasorten** auch 2018 wieder zurück (- 0,9 %) und liegt erstmals unter der 50 %-Marke, obwohl die Fläche absolut mit 122 ha nach 2 Jahren wieder angestiegen ist. Sortenbezogen ging die Anbaufläche bei Hallertauer Mittelfrüher und Northern Brewer zurück, alle anderen klassischen Aromasorten blieben in der Fläche gleich oder hatten Zuwächse zu verzeichnen.

Die **Bitterhopfenfläche** hat um 507 ha erneut deutlich zugenommen und nimmt einen Anteil von 44,6 % ein. Wieder sind bei allen älteren Sorten Flächenrückgänge zu verzeichnen. Herkules (+512 ha) und Polaris (+ 51 ha) dagegen konnten erneut an Fläche zulegen. Damit ist Herkules mit Abstand die größte Hopfensorte in Deutschland (6 309 ha) und wird schon fast auf einem Drittel der Anbaufläche angebaut.

Die Marktsättigung im stark gewachsenen Segment der **Flavor-Sorten** hat sich erstmals in einem Rückgang der Flächen bemerkbar gemacht. Während die für den amerikanischen Craft-Bier-Markt produzierte Sorte Amarillo und die neue Hüller Flavor-Sorte Ariana in der Fläche noch zulegen konnten, behielten die übrigen Flavor-Sorten ihren Anteil oder fielen ersten Rodungen zum Opfer. Die Gesamtfläche von 1 194 ha in diesem Segment war erstmals rückläufig und liegt jetzt nur noch bei 5,9 %. Zur Konsolidierung des Marktes sind weitere Flächenrodungen zu erwarten.

Tab. 3.3: Aromasorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2018

#### Aromasorten

Anbaugbiet	Anbau- fläche gesamt	HAL	SPA	TET	HEB	PER	SSE	HTR	SIR	OPL	SGD	SAZ	NBR	Sonst.	Aromasorten	
															ha	%
Hallertau	16 780	503	0		918	2 681	468	2 580	435	139	63	7	156	11	7 962	47,4
Spalt	404	35	120		5	26	94	32	19	1	1			5	338,27	83,8
Tettngang	1 397	148		750	0	58	11	55	41	1	17				1 081	77,4
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	22	1				8		4							14	60,8
Elbe-Saale	1 541					230	4	40	20			149	137		580	37,7
<b>Deutschland</b>	<b>20 144</b>	<b>687</b>	<b>120</b>	<b>750</b>	<b>924</b>	<b>3 003</b>	<b>578</b>	<b>2 712</b>	<b>515</b>	<b>141</b>	<b>82</b>	<b>156</b>	<b>293</b>	<b>15</b>	<b>9 974</b>	<b>49,5</b>
Sortenanteil (in %)		3,4	0,6	3,7	4,6	14,9	2,9	13,5	2,6	0,7	0,4	0,8	1,5	0,1		

#### Sortenveränderungen in Deutschland

2017 ha	19 543	723	121	747	916	2 966	532	2 704	473	141	80	137	300	14	9 852	50,4
2018 ha	20 144	687	120	750	924	3 003	578	2 712	515	141	82	156	293	15	9 974	49,5
Veränderung (in ha)	601	-35	-1	3	8	37	45	8	42	1	2	19	-7	1	122	-0,9

Tab. 3.4: Bitter- und Hochalphasorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2018

### Bitter- und Hochalphasorten

Anbaugebiet	BGO	NUG	TRG	HMG	HTU	HMR	HKS	PLA	Sonst.	Bittersorten	
										ha	%
Hallertau	17	116		1 364	244	11	5 897	131	27	<b>7 808</b>	<b>46,5</b>
Spalt				3		3	37		1	<b>44</b>	<b>11,0</b>
Tettngang					0		235	9	3	<b>248</b>	<b>17,8</b>
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz			0	3			5			<b>8</b>	<b>34,7</b>
Elbe-Saale		12		622	14		136	84	1	<b>867</b>	<b>56,3</b>
<b>Deutschland</b>	<b>17</b>	<b>128</b>	<b>0</b>	<b>1 992</b>	<b>258</b>	<b>14</b>	<b>6 309</b>	<b>225</b>	<b>33</b>	<b>8 975</b>	<b>44,6</b>
Sortenanteil (in %)	0,1	0,6	0,0	9,9	1,3	0,1	31,3	1,1	0,2		

### Sortenveränderung in Deutschland

2017 (in ha)	16	131	0	2 011	284	17	5 797	174	39	<b>8 468</b>	<b>43,3</b>
2018 (in ha)	17	128	0	1 992	258	14	6 309	225	33	<b>8 975</b>	<b>44,6</b>
Veränderung (in ha)	1	-3	0	-19	-26	-3	512	51	-6	<b>507</b>	<b>1,3</b>

Tab. 3.5: Flavoursorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2018

### Flavor-Sorten

Anbaugebiet	VG1	CAL	ANA	CAS	HBC	HMN	MBA	MON	COM	Flavor-Sorten	
										ha	%
Hallertau	258	57	59	68	142	111	281	27	8	<b>1 011</b>	<b>6,0</b>
Spalt		1	4	5	3	4	3			<b>21</b>	<b>5,2</b>
Tettngang	8	9	5	4	13	13	12	4	0	<b>68</b>	<b>4,9</b>
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz				1						<b>1</b>	<b>4,5</b>
Elbe-Saale	34	5		8	11	12	24			<b>93</b>	<b>6,1</b>
<b>Deutschland</b>	<b>300</b>	<b>72</b>	<b>68</b>	<b>86</b>	<b>168</b>	<b>140</b>	<b>321</b>	<b>31</b>	<b>8</b>	<b>1 194</b>	<b>5,9</b>
Sortenanteil (in %)	1,5	0,4	0,3	0,4	0,8	0,7	1,6	0,2	0,0		

### Sortenveränderung in Deutschland

2017 (in ha)	280	73	61	86	170	157	356	31	8	<b>1 223</b>	<b>6,3</b>
2018 (in ha)	300	72	68	86	168	140	321	31	8	<b>1 194</b>	<b>5,9</b>
Veränderung (in ha)	20	-1	7	0	-2	-17	-35	-1	0	<b>-29</b>	<b>-0,4</b>

### 3.2 Ertragssituation im Jahr 2018

Die Hopfenernte 2018 in Deutschland betrug 41 794 270 kg (= 835 884 Ztr.) und fiel trotz deutlicher Flächenausdehnung (601 ha) wegen des heißen und trockenen Sommers nur geringfügig höher aus als im Vorjahr (41 556 250 kg bzw. 831 125 Ztr.).

Mit durchschnittlich 2 075 kg/ha bezogen auf die Gesamtfläche liegt der Hektarertrag unter dem Vorjahreswert (2 126 kg/ha) und fällt somit unterdurchschnittlich aus.

Auch die Alphasäuregehalte waren 2018 unterdurchschnittlich und lagen bei den Hauptsorten sogar unter den niedrigen Vorjahreswerten. Insbesondere die Hochalphasorten Herkules (14,6 % Alpha) und Hallertauer Magnum (11,6 % Alpha) sowie die Hauptaromasorten Perle (5,5 % Alpha) und Hallertauer Tradition (5,0 % Alpha), die zusammen einen Flächenanteil in Deutschland von knapp 70 % ausmachen, sind für das große Defizit an Alphasäuren verantwortlich. Insgesamt dürfte die 2018 produzierte Alphasäuremenge in Deutschland bei 4 000 t liegen; das sind rund 800 t oder 20 % weniger als mit der derzeitigen Fläche in normalen Jahren zu erzielen wären.

Tab. 3.6: Erntemengen und Hektarerträge von Hopfen in Deutschland

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Ertrag kg/ha bzw. (Ztr./ha)</b>	1 635 kg (32,7 Ztr.) (Hagelschäden)	2 224 kg (44,5 Ztr.)	1 587 kg (31,7 Ztr.)	2 299 kg (46,0 Ztr.)	2 126 kg (42,5 Ztr.)	2 075 kg (41,5 Ztr.)
<b>Anbaufläche in ha</b>	16 849	17 308	17 855	18 598	19 543	20 144
<b>Gesamternte in kg bzw. Ztr.</b>	27 554 140 kg = 551 083 Ztr.	38 499 770 kg = 769 995 Ztr.	28 336 520 kg = 566 730 Ztr.	42 766 090 kg = 855 322 Ztr.	41 556 250 kg = 831 125 Ztr.	41 794 270 kg = 835 884 Ztr.

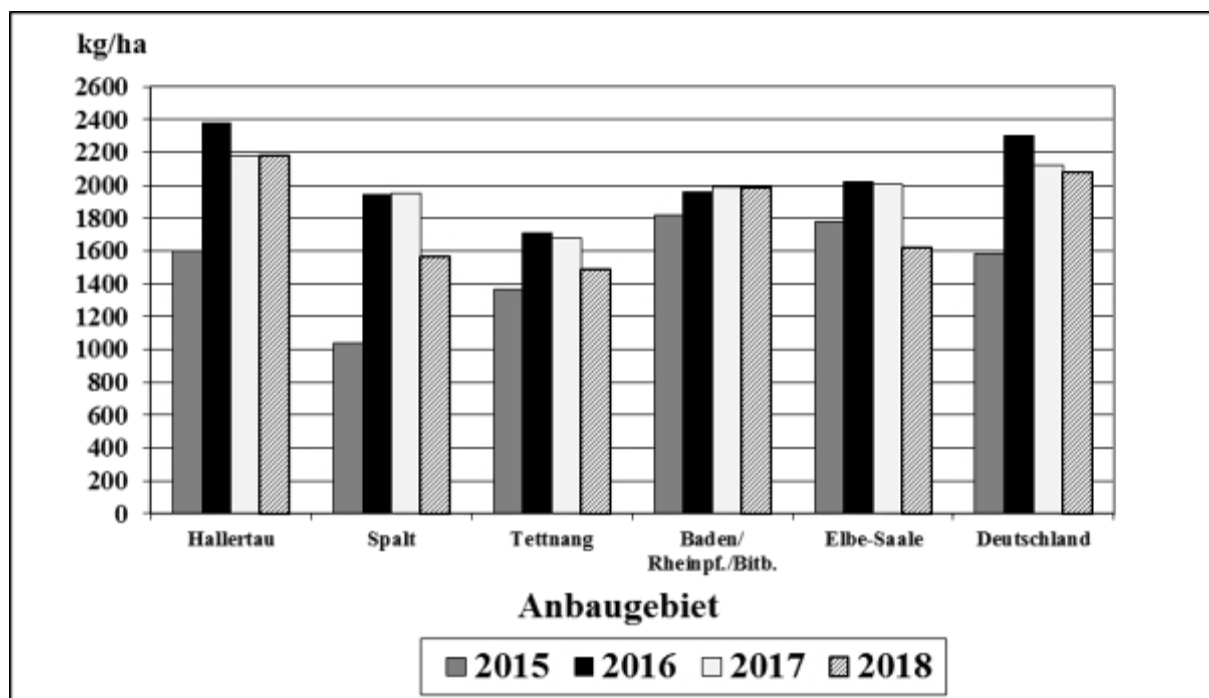


Abb. 3.4: Durchschnittserträge der einzelnen Anbauggebiete in kg/ha

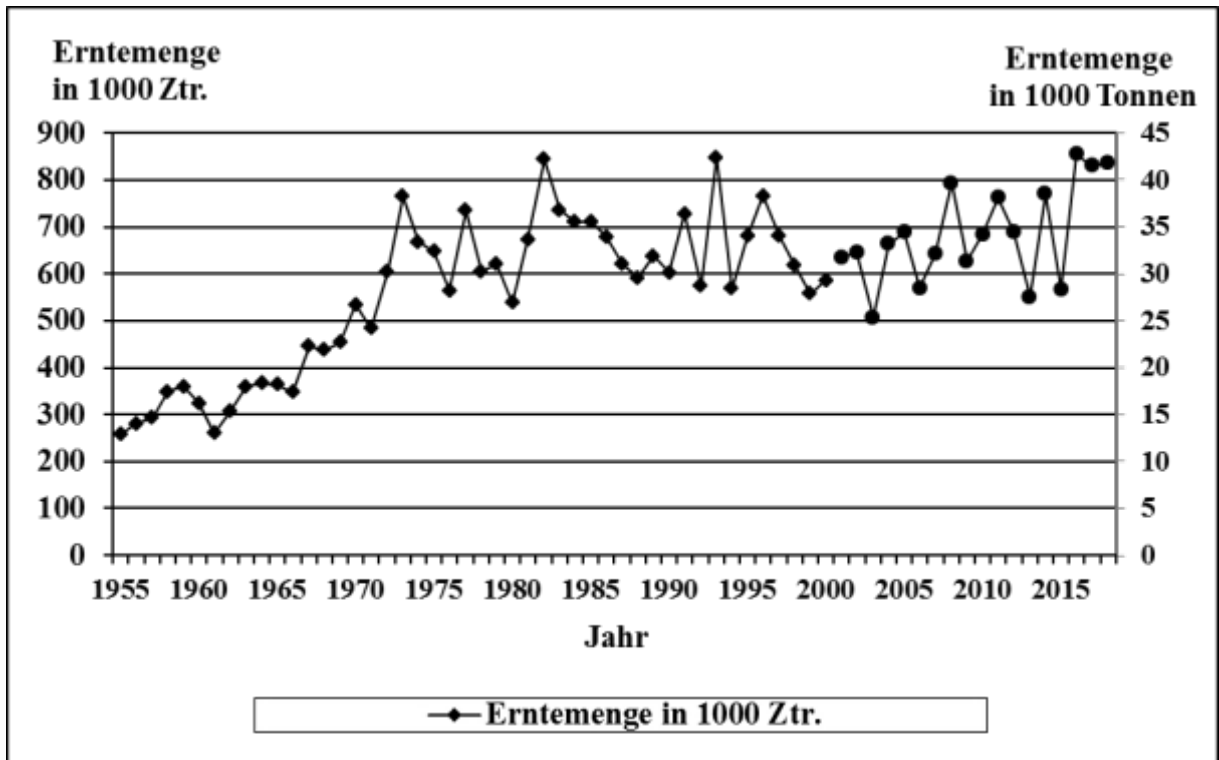


Abb. 3.5: Erntemengen in Deutschland

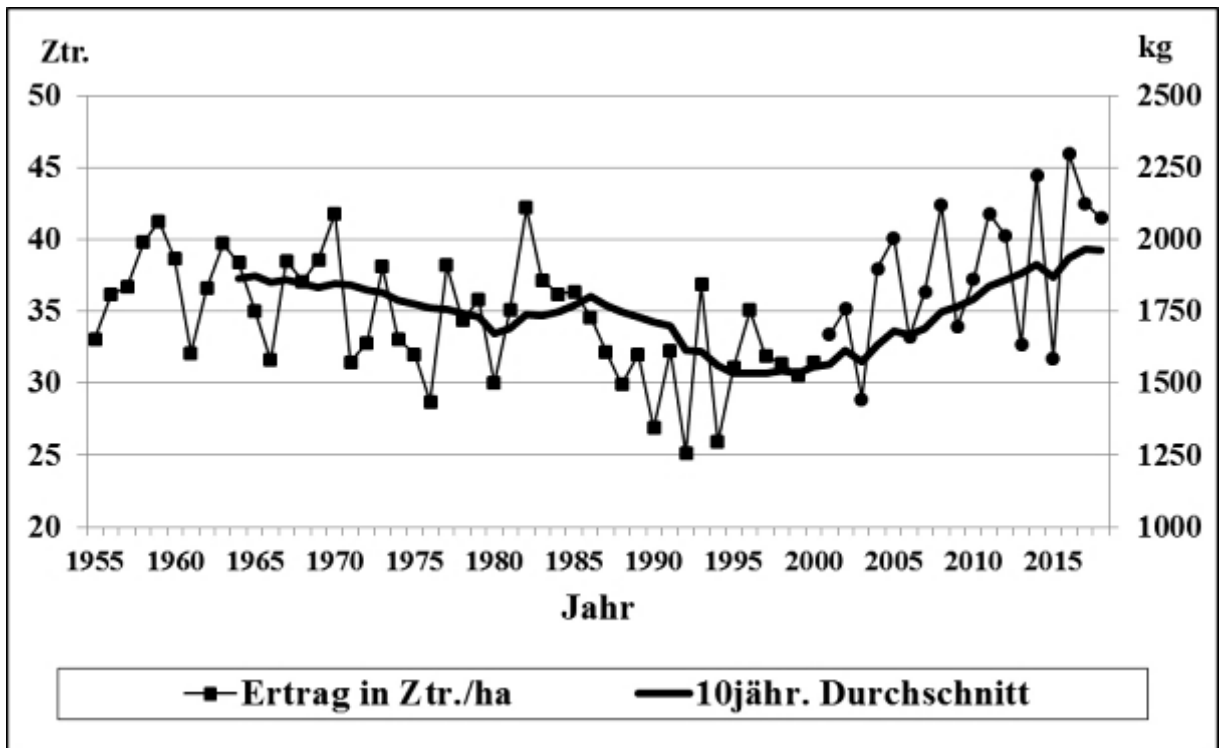


Abb. 3.6: Durchschnittsertrag (Ztr. bzw. kg/ha) in Deutschland

Tab. 3.7: Hektar-Erträge in den deutschen Anbaugebieten

Anbaugebiet	Erträge in kg/ha Gesamtfläche								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Hallertau	1 893	2 151	2 090	1 638	2 293	1 601	2 383	2 179	2 178
Spalt	1 625	1 759	1 383	1 428	1 980	1 038	1 942	1 949	1 564
Tett nang	1 315	1 460	1 323	1 184	1 673	1 370	1 712	1 677	1 486
Bad. Rheinpf./ Bitburg	1 839	2 202	2 353	1 953	2 421	1 815	1 957	1 990	1 985
Elbe-Saale	1 931	2 071	1 983	2 116	2 030	1 777	2 020	2 005	1 615
Ø Ertrag je ha									
<b>Deutschland</b>	<b>1 862 kg</b>	<b>2 091 kg</b>	<b>2 013 kg</b>	<b>1 635 kg</b>	<b>2 224 kg</b>	<b>1 587 kg</b>	<b>2 299 kg</b>	<b>2 126 kg</b>	<b>2 075 kg</b>
Gesamternte Deutschland (t bzw. Ztr.)	34 234 t 684 676	38 111 t 762 212	34 475 t 698 504	27 554 t 551 083	38 500 t 769 995	28 337 t 566 730	42 766 t 855 322	41 556 t 831 125	41 794 t 835 884
Anbaufläche Deutschland (ha)	18 386	18 228	17 124	16 849	17 308	17 855	18 598	19 543	20 144

Tab. 3.8: Alpha-Säurenwerte der einzelnen Hopfensorten

Anbaugebiet/Sorte	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ø 5 Jahre	Ø 10 Jahre
Hallertau Hallertauer	4,2	3,8	5,0	4,6	3,3	4,0	2,7	4,3	3,5	<b>3,6</b>	<b>3,6</b>	<b>3,9</b>
Hallertau Hersbrucker	3,4	3,5	4,5	3,0	1,9	2,1	2,3	2,8	2,3	<b>2,0</b>	<b>2,3</b>	<b>2,8</b>
Hallertau Hall. Saphir	4,5	4,5	5,3	4,4	2,6	3,9	2,5	4,0	3,0	<b>3,3</b>	<b>3,3</b>	<b>3,8</b>
Hallertau Opal	9,0	8,6	9,7	9,0	5,7	7,3	5,9	7,8	7,2	<b>6,4</b>	<b>6,9</b>	<b>7,7</b>
Hallertau Smaragd	6,4	7,4	8,0	6,0	4,3	4,7	5,5	6,2	4,5	<b>3,0</b>	<b>4,8</b>	<b>5,6</b>
Hallertau Perle	9,2	7,5	9,6	8,1	5,4	8,0	4,5	8,2	6,9	<b>5,5</b>	<b>6,6</b>	<b>7,3</b>
Hallertau Spalter Select	5,7	5,7	6,4	5,1	3,3	4,7	3,2	5,2	4,6	<b>3,5</b>	<b>4,2</b>	<b>4,7</b>
Hallertau Hall. Tradition	6,8	6,5	7,1	6,7	5,0	5,8	4,7	6,4	5,7	<b>5,0</b>	<b>5,5</b>	<b>6,0</b>
Hallertau Mand. Bavaria				8,8	7,4	7,3	7,0	8,7	7,3	<b>7,5</b>	<b>7,6</b>	
Hallertau Hall. Blanc				9,6	7,8	9,0	7,8	9,7	9,0	<b>8,8</b>	<b>8,9</b>	
Hallertau Huell Melon				7,3	5,3	5,4	5,8	6,8	6,2	<b>5,8</b>	<b>6,0</b>	
Hallertau North. Brewer	10,4	9,7	10,9	9,9	6,6	9,7	5,4	10,5	7,8	<b>7,4</b>	<b>8,2</b>	<b>8,8</b>
Hallertau Polaris				20,0	18,6	19,5	17,7	21,3	19,6	<b>18,4</b>	<b>19,3</b>	
Hallertau Hall. Magnum	14,6	13,3	14,9	14,3	12,6	13,0	12,6	14,3	12,6	<b>11,6</b>	<b>12,8</b>	<b>13,4</b>
Hallertau Nugget	12,8	11,5	13,0	12,2	9,3	9,9	9,2	12,9	10,8	<b>10,1</b>	<b>10,6</b>	<b>11,2</b>
Hallertau Hall. Taurus	17,1	16,3	17,4	17,0	15,9	17,4	12,9	17,6	15,9	<b>13,6</b>	<b>15,5</b>	<b>16,1</b>
Hallertau Herkules	17,3	16,1	17,2	17,1	16,5	17,5	15,1	17,3	15,5	<b>14,6</b>	<b>16,0</b>	<b>16,4</b>
Tett nang Tett nanger	4,2	4,0	5,1	4,3	2,6	4,1	2,1	3,8	3,6	<b>3,0</b>	<b>3,3</b>	<b>3,7</b>
Tett nang Hallertauer	4,5	4,2	5,1	4,7	3,3	4,6	2,9	4,4	4,3	<b>3,8</b>	<b>4,0</b>	<b>4,2</b>
Spalt Spalter	4,4	3,7	4,8	4,1	2,8	3,4	2,2	4,3	3,2	<b>3,5</b>	<b>3,3</b>	<b>3,6</b>
Spalt Spalter Select	5,7	5,6	6,4	4,6	3,3	4,5	2,5	5,5	5,2	<b>3,2</b>	<b>4,2</b>	<b>4,7</b>
Elbe-S. Hall. Magnum	13,7	13,1	13,7	14,1	12,6	11,6	10,4	13,7	12,6	<b>9,3</b>	<b>11,5</b>	<b>12,5</b>

Quelle: Arbeitsgruppe Hopfenanalyse (AHA)

## 4 Züchtungsforschung Hopfen

**RDin Dr. Elisabeth Seigner, Dipl.-Biol.**

Am Hopfenforschungszentrum Hüll werden moderne, leistungsstarke Sorten entwickelt, die den Anforderungen der Brau- und Hopfenwirtschaft entsprechen. Drei Zielsetzungen prägen diese Arbeiten:

- Die Entwicklung klassischer Aromasorten mit hopfentypischen, feinen Aromaausprägungen,
- seit 2006 die Züchtung von Spezialaromasorten mit extrem breitem Braupotenzial, die je nach Bedarf in der Brauerei im Kalt- bzw. Heißbereich einzigartig fruchtig-blumige Aromaprofile bzw. hopfen-würzige Noten in die Biere bringen,
- die Schaffung robuster, leistungsstarker Hochalphasorten.

Biotechnologische und genomanalytische Techniken begleiten seit Jahren die klassischen Züchtungsschritte.

### 4.1 Kreuzungen 2018

Im Jahr 2018 wurden insgesamt 95 Kreuzungen durchgeführt.

### 4.2 Die neuen Hüller Zuchtsorten trotz dem Extremjahr 2018 - sie beweisen Klimatoleranz und Brauvielfalt

<b>Leitung:</b>	A. Lutz, Dr. E. Seigner
<b>Bearbeitung:</b>	A. Lutz, J. Kneidl, Dr. E. Seigner, Team IPZ 5c
<b>Kooperation:</b>	Dr. K. Kammhuber, Team IPZ 5d Beratungsgremium der GfH Forschungsbrauerei Weihenstephan, Technische Universität München-Weihenstephan, Lehrstuhl für Getränke- und Brautechnologie Prof. Becker, Dr. Tippmann (bis Sept. 2018) und Ch. Neugrodda (ab Okt. 2018) Versuchsbrauerei Bitburger-Braugruppe, Dr. S. Hanke Nationale und internationale Braupartner Partner aus dem Bereich Hopfenhandel und -verarbeitung Verband Deutscher Hopfenpflanzer Hopfenpflanzer


Das Hopfenforschungszentrum Hüll hat seit 2012 der Hopfen- und Brauwirtschaft sechs neue Zuchtsorten zur Verfügung gestellt. Fünf Spezialaromasorten öffneten mit einzigartig fruchtigen und hopfig-würzigen Aromakompositionen den deutschen Hopfenpflanzern den Zugang zum Craft-Biermarkt. Mit Polaris kam eine neue Hochalphasorte auf den Markt, die mit einem sehr hohen Alphasäuregehalt und einer besonders guten Stockgesundheit punkten kann. Dies ist besonders für Hopfenbauregionen wichtig, in denen die Hochalphasorte Herkules Probleme mit Stockfäule hat.

Aber die neuen Hüller Sorten können noch viel mehr. Bei diesen Hüller Neuzüchtungen wurde besonderes Augenmerk gelegt auf gesteigerte Widerstandsfähigkeiten gegenüber den wichtigsten im Hopfenbau auftretenden Krankheiten und Schädlingen gelegt. Aufgrund breiter Resistenzen und Toleranzen brauchen diese Hopfensorten weniger Pflanzenschutzmittel und liefern dennoch gesunde Dolden mit bester Brauqualität.



Des Weiteren wird konsequent daran gearbeitet, neue Sorten zu entwickeln, die mit entscheidend weniger Dünger auskommen und dennoch hohe und zugleich stabile Erträge bringen. Seit Jahrzehnten werden deutlich reduzierte Stickstoffmengen im Zuchtgarten ausgebracht und somit Zuchtstämme mit optimierter Stickstoffeffizienz selektiert. In erster Linie kann so ein entscheidender Beitrag zum Grundwasserschutz in Hopfenbauregionen geleistet werden. Dies hat aber auch Bedeutung für die durch den Verticilliumpilz ausgelöste Welkeproblematik, die durch geringere Stickstoffgaben zumindest bei der milden Form entschärft werden kann. Die neuen Hüller Zuchtsorten im Überblick:


### Mandarina Bavaria



**Abstammung:** Cascade x Hüller Mann  
**Agron. Merkmale:** robust, Stress- und Trockentoleranz  
**Krankheitsresistenz:** breit  
**Lagerstabilität:** gut  
**Ertrag:** 2.300 kg/ha  
**Gesamt-Ölgehalt:** 1,5 – 2,5 ml/100 g  
**Alphasäuren:** 7,0 – 10,0 %

**Aroma im Bier:**  
vielfältig,  
hopfig,  
Mandarine,  
Grapefruit

**Hopfenaroma:**  
hopfig, würzig,  
fruchtig,  
Mandarine,  
Grapefruit



### Hallertau Blanc



**Abstammung:** Cascade x Hüller Mann  
**Agron. Merkmale:** robust, Stress- und Trockentoleranz  
**Krankheitsresistenz:** breit  
**Lagerstabilität:** sehr gut  
**Ertrag:** 2.300 kg/ha  
**Gesamt-Ölgehalt:** 1,3 – 2,1 ml/100 g  
**Alphasäuren:** 8,0 – 11,0 %

**Aroma im Bier:**  
grüne Früchte,  
Mango,  
Stachelbeere

**Hopfenaroma:**  
hopfig,  
würzig-krautig,  
Stachelbeere,  
Weißwein



## Huell Melon



**Abstammung:** Cascade x Hüller Mann  
**Agron. Merkmale:** robust, Stress- und Trockentoleranz  
**Krankheitsresistenz:** breit  
**Lagerstabilität:** gut  
**Ertrag:** 2.000 kg/ha  
**Gesamt-Ölgehalt:** 1,5 – 2,4 ml/100 g  
**Alphasäuren:** 5,0 – 8,0 %

**Aroma im Bier:**  
 hopfig,  
 süße Aromanoten,  
 Honigmelone,  
 Aprikose,  
 Erdbeere

**Hopfenaroma:**  
 hopfig,  
 fruchtig, süß,  
 Honigmelone,  
 Aprikose,  
 Erdbeere



## Callista



**Abstammung:** Hall. Tradition x Hüller Mann  
**Agron. Merkmale:** robust, Stress- und Trockentoleranz  
**Krankheitsresistenz:** breit  
**Lagerstabilität:** mittel  
**Ertrag:** 2.200 kg/ha  
**Gesamt-Ölgehalt:** 1,4 – 2,0 ml/100 g  
**Alphasäuren:** 2,0 – 4,0 %

**Aroma im Bier:**  
 vielfältig,  
 hopfig,  
 Maracuja,  
 Grapefruit,  
 Pfirsich

**Hopfenaroma:**  
 hopfig,  
 Aprikose,  
 Maracuja,  
 Himbeere,  
 Brombeere,  
 Grapefruit



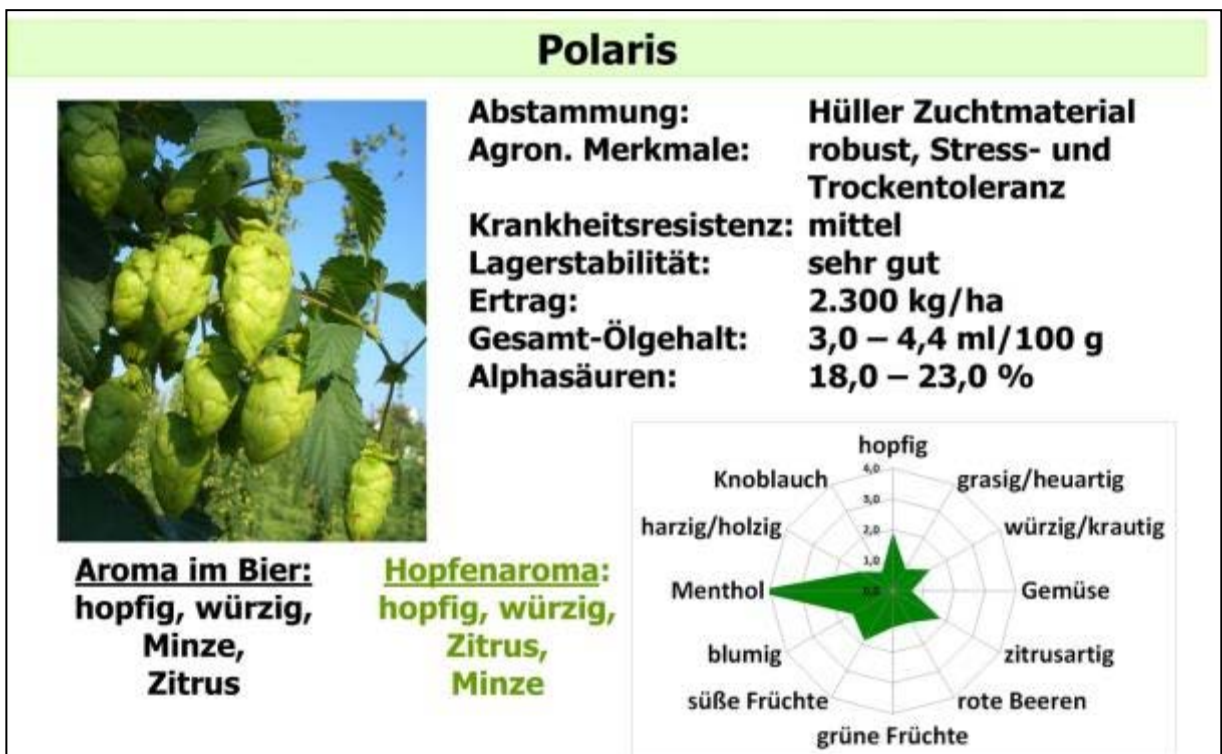
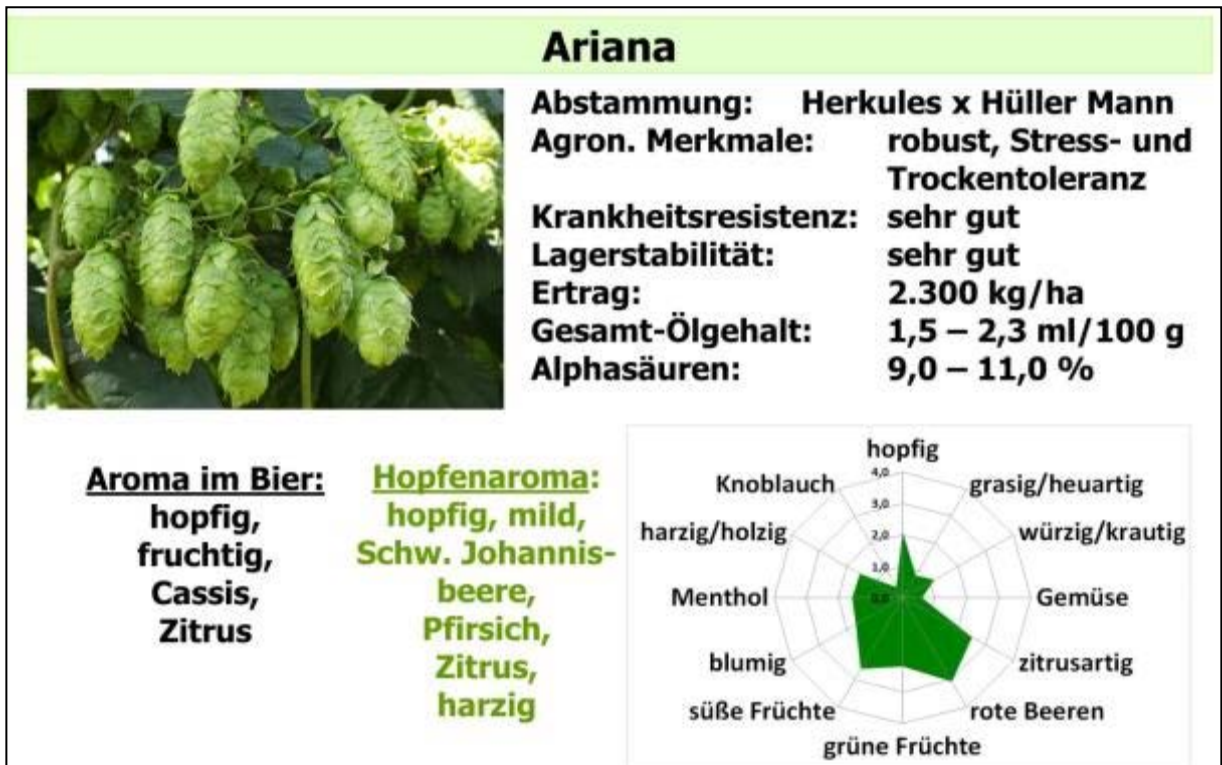


Abb. 4.1: Die Hüller Zuchtsorten im Überblick

### Klimatoleranz

Insbesondere im Extremjahr 2018 mit sehr hohen Temperaturen, die sogar deutlich über den 10-jährigen Mittelwerten (Abb. 4.2) lagen, und einem drastischen Niederschlagsdefizit in der Hauptvegetationsperiode (April – August) von mehr als 100 mm gegenüber dem 10-jährigen Mittelwert (376 mm gegenüber 481 mm) konnten die neuen Hüller Sorten ihren Züchtungsfortschritt klar unter Beweis stellen.

Die Landsorte Hallertauer Mittelfrüher sowie ältere Hüller Sorten wie Perle und Hallertauer Magnum zeigten aufgrund der bereits ab April zu verzeichnenden höheren Temperaturen drastische Ertragsminderungen. Wie ein Vergleich der „durchschnittlichen“ Ertragsresultate von 2017 mit den kg-Alphaerträgen pro ha des Extremjahres 2018 klar aufzeigt (Tabelle 4.1), mussten Pflanzler im Durchschnitt ein Minus von 33 % bei Hallertauer Mittelfrüher, minus 23 % bei Perle und ein Minus von 38 % bei Hallertauer Magnum hinnehmen. Die neuen Hüller Sorten, die schon unter den seit den 1990er Jahren sich abzeichnenden Klimaveränderungen selektiert wurden, bewiesen hingegen eine sehr viel höhere Stress- und Trockenheitstoleranz. Insbesondere Mandarinina Bavaria und Hallertau Blanc, für diese beiden neuen Hüller Zuchtsorten liegen schon belastbare mehrjährige Ernteresultate vor. Sie trotzen den widrigen Wachstumsbedingungen und lieferten trotz Extrembedingungen im Vergleich zu 2017 absolut gleiche Alphasäureerträge (Minus 1 und 0 %). Dies wird auch bei den Alphasäureerträgen von Herkules und Polaris mit einem Minus von lediglich 8 % und 6 % des Ertrags im Vergleich zu 2017 deutlich. Damit wird der Züchtungsfortschritt im Hochalphabereich durch diese beiden Nachfolger von Hallertauer Magnum (Minus 38 %) eindeutig belegt. Andererseits liegt Huell Melon mit einer 35 %-igen Alphasäureertragsreduktion nur im Mittelfeld der Klimatoleranz.

Selbst beim Vergleich der Ertragsdaten (in kg Alphasäure pro Hektar) von 2018 mit den überdurchschnittlichen Ernteresultaten des Jahres 2016 zeigt sich ganz klar die verbesserte Stabilität der neuen Hüller Sorten gegenüber Klimaschwankungen. Während bei Hallertauer Magnum, Perle und Hallertauer Mittelfrüher die kg-Alpha-pro-Hektarerträge rund 40 bis 60 % reduziert waren, wiesen Mandarinina Bavaria und Hallertau Blanc nur ein Defizit von unter 20 % (minus 19 bzw. minus 18 %) auf. Da Callista und Ariana erst 2016 von der GfH für den Anbau freigegeben wurden, gibt es für diese beiden neuen Hüller Aromazuchtsorten noch keine aussagekräftigen Ertragsresultate im Zeitraum 2016 bis 2018. Doch auch hier zeichnet sich eine ähnlich positive Bilanz ab.

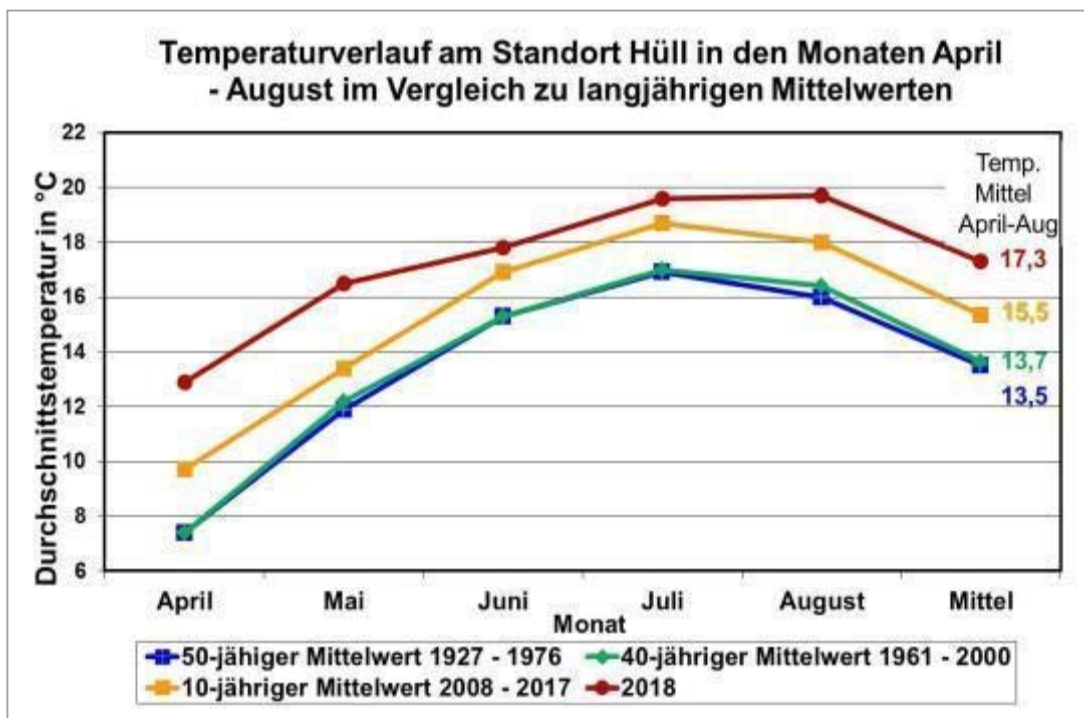


Abb. 4.2: Temperaturverlauf am Standort Hüll in den Monaten April – August 2018 im Vergleich zu langjährigen Mittelwerten

## **Vielseitiger Einsatz der neuen Hüller Aromasorten in der Brauwirtschaft**

Als Folge der begrenzten Verfügbarkeit von klassischen Aromasorten wurden die neuen Sorten, die bisher fast ausschließlich in der Kalthopfung zum Einsatz kamen, von Braumeistern mit überzeugenden Ergebnissen auch im Heißbereich eingesetzt. In den von der GfH in Auftrag gegebenen standardisierten Brauversuchen an der Braufakultät der TUM-Weihenstephan bestätigte sich die ausgezeichnete Brauqualität der neuen Hüller Zuchtsorten im Heißbereich auch bei klassischen Lagerbieren. Dies untermauern entsprechende Analysendaten und Verkostungsergebnisse von einem erfahrenen Verkosterpanel. Die „single hopped“ Lagerbiere mit den neuen Hüller Aromasorten mit Hopfengaben zu Kochbeginn und im Whirlpool zeichneten sich durch ein klassisches hopfiges Grundaroma und einer angenehmen, milden Bittere aus. Diese Lagerbiere wurden außerdem von Fachbesuchern auf der BrauBeviale 2018 verkostet, die das sehr harmonische Aroma mit ausgeprägten hopfigen Noten schätzten und diesen Bieren mit den neuen Hüller Aromasorten eine hohe Drinkability bestätigten.

Bereits im Jahr 2015 bewiesen Callista und Ariana in umfangreichen standardisierten Brauversuchen (Hanke et al., 2015; Hanke et al., 2016) ihre hervorragende Braueignung im Heiß- und im Kaltbereich.

### **Referenzen**

Hanke, S., Schüll, F., Seigner, E., Lutz, A. (2015): Zuchtstämmen auf den Zahn gefühlt – Teil 2: weiterführende Brauversuche. Brauwelt Wissen Nr. 42-43, 1230-1234.

Hanke, S., Schüll, F., Seigner, E., Lutz, A. (2016): Development of a Tasting Scheme and a New Systematic Evaluation Program for new German Breeding Lines by example of the New German varieties Callista and Ariana. *BrewingScience* 69, 94-102.

Tab. 4.1: Übersicht zu den Ernteerträgen der wichtigsten in der Hallertau angebauten Sorten  
 Ertrag/ha basierend auf den Angaben zur Abwaage von Hopfenring e.V. und Verband deutscher Hopfenpflanzer, Durchschnittsalphasäuregehalt  
 (Konduktometerwerte nach EBC 7.6) nach Angaben der Arbeitsgruppe Hopfenanalytik (AHA); Werte bereinigt um Junghopfenanteil;  
 kursiv und blau: 5-Jahresmittel

Sorte	Fläche Hallertau 2018 in ha	Alpha in %			Alpha in %	Alpha		Schwankung in %		Ertrag in kg/ha				kg Alpha/ha				minus kg Alpha/ha	
		2016	2017	2018	Ø 10 J. 2008-2017	Min	Max	minus	plus	Ø 10 J.	2016	2017	2018	Ø 10 J.	2016	2017	2018	2018 zu 2016	2018 zu 2017
Hallertauer Mfr.	503	4,3	3,5	3,6	4,0	2,7	5,0	-33	25	1440	1860	1405	910	58	80	49	33	-59	-33
Perle	2681	8,2	6,9	5,5	7,6	4,5	9,6	-41	26	1965	2345	1965	1900	149	192	136	105	-46	-23
Hall. Tradition	2581	6,4	5,7	5,0	6,2	4,7	7,5	-24	21	1980	2325	1940	2025	123	149	111	101	-32	-8
Spalter Select	468	5,2	4,6	3,5	4,9	3,3	6,4	-33	31	2080	2285	2110	1990	102	119	97	70	-41	-28
Saphir	435	4,0	3,0	3,3	4,0	2,5	5,3	-38	33	2100	2290	2040	2035	84	92	61	67	-27	10
Mandarina Bavaria	281	8,7	7,3	7,5	7,5	7,0	8,8	-7	17	-	2790	2710	2610	-	243	198	196	-19	-1
Hallertau Blanc	142	9,7	9,0	8,8	8,7	7,8	9,7	-10	11	-	2820	2500	2560	-	274	225	225	-18	0
Huell Melon	111	6,8	6,2	5,8	5,9	5,3	7,3	-10	24	-	2520	2500	1920	-	171	155	111	-35	-28
Northern Brewer	162	10,5	7,8	7,4	8,2	5,4	10,9	-34	33	1700	2200	1540	1320	139	231	120	98	-58	-19
Hall. Magnum	1364	14,3	12,6	11,6	13,8	12,6	15,7	-9	14	2110	2140	2300	1555	291	306	290	180	-41	-38
Hall. Taurus	244	17,6	15,9	13,6	16,5	12,9	17,9	-22	8	2020	2225	2025	2040	333	392	322	277	-29	-14
Herkules	5897	17,3	15,5	14,6	16,7	15,1	17,5	-10	5	3035	3240	2995	2940	507	561	464	429	-23	-8
Polaris	131	21,3	19,6	18,4	19,3	17,7	21,3	-8	10	-	2360	2150	2160	-	503	421	397	-21	-6

### **4.3 Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettnanger**

#### **Ziel**

Zielsetzung dieses Züchtungsprogrammes ist es, die Landsorte Tettnanger in ihrem Ertragspotenzial und ihrer Pilzresistenz deutlich zu verbessern. Zugleich soll jedoch die Aromausprägung der Neuzüchtungen möglichst dem ursprünglichen Tettnanger entsprechen. Durch eine bessere Klimaanpassung soll das Problem der Frühblüte im Zusammenhang mit den höheren Temperaturen gelöst werden. Außerdem wird von einer modernen Sorte optimierte Nährstoffeffizienz verlangt, die im Kontext der neuen Düngeverordnung von größter Bedeutung ist.

#### **Methode**

Durch reine Auslesezüchtung innerhalb der natürlich vorhandenen Variabilität der Tettnanger Landsorte ist dies nicht zu realisieren. Daher wird versucht, dieses Ziel durch gezielte Kreuzung von Tettnanger mit vorselektierten männlichen Aromalinien zu erreichen, die breite Krankheitsresistenz und aufgrund ihrer Verwandtschaft gute agronomische Leistungen mitbringen.

#### **Chemische Analyse der Doldeninhaltsstoffe**

Die chemischen Analysen der Dolden aus allen Prüfungen werden in Hüll von Dr. Kamhuber und seinem Team, IPZ 5d, durchgeführt. Die Aromaqualität wird organoleptisch eingeschätzt.

#### **Testung auf Virus und *Verticillium*, Pathogeneliminierung**

Zur Absicherung des virusfreien Zustandes der Pflanzen vor der Vermehrung für die Stammesprüfung werden Blätter des zu untersuchenden Hopfens mit der DASELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay)-Technik von IPZ 5b mit Unterstützung der Virusdiagnostik-Gruppe der LfL (IPS 2c) auf Hopfenviren untersucht. Getestet wird auf Hopfenmosaikvirus und Apfelmosaikvirus, die sich beide auf Erntemenge und Qualität negativ auswirken (Seigner et al. 2014).

*Verticillium*-Freiheit eines Hopfenstockes wird vom züchtungseigenen Genomanalyse-Team in Freising unter Nutzung der hoch-sensitiven Realtime-PCR-Technik untersucht (Maurer et al., 2013; Seigner et al., 2017).

Bei Virus- und *Verticillium*-infiziertem Ausgangsmaterial wird die Meristemkultur, eine biotechnologische Methode eingesetzt, um diese Pathogene zu eliminieren. Diese nimmt mehrere Monate in Anspruch und ist damit ein sehr zeit- und arbeitsintensiver Prozess. Zur Bestätigung der gelungenen Freimachung des Materials werden die *in vitro* entstandenen Pflänzchen abschließend nochmals mit den oben genannten Nachweistechiken auf Virus- und *Verticillium*-Kontaminationen untersucht.

#### **Ergebnis**

##### **Sämlingsprüfung**

Seit 2010 wurden 29 gezielte Kreuzungen durchgeführt und über 1 400 weibliche Sämlinge, die auf Resistenz und Wüchsigkeit vorselektiert worden waren, im Zuchtgarten in Hüll ausgepflanzt und über drei Jahre geprüft. Durch minimalen Pflanzenschutzmitteleinsatz und reduzierte Stickstoffgaben bei den Anbauprüfungen (Sämlings- und Stammesprüfung) in unseren Zuchtgärten wird seit Jahren schon auf die robustesten, widerstandsfähigsten und nährstoffeffizientesten Hopfen hin selektiert.

Im Rahmen der Sämlingsprüfung wurden 2018 insgesamt 24 Tettninger-Nachkommen erstmals beerntet. Sieben erfolgversprechende Sämlinge wurden ausgewählt. Nach Bestätigung ihres virus- und verticilliumfreien Zustands sind fünf Sämlinge für die Vermehrung und nachfolgende Auspendelung in der neuen Stammesprüfung vorgesehen. Zwei mit *Verticillium*-Befall werden über Meristemkultur kuriert und stehen dann für die Stammesprüfung 2020 zur Verfügung.

### **Stammesprüfung**

Aufgrund guter agronomischer Leistungsmerkmale, Resistenzen/Toleranzen und ansprechender Inhaltsstoffe wurden bislang insgesamt 11 aussichtsreiche Kandidaten für die Stammesprüfungen ausgewählt.

In der Saison 2015 standen die ersten beiden Stämme aus dem Tettninger Züchtungsprogramm mit jeweils sechs Pflanzen in zwei Wiederholungen an zwei Standorten in der Hallertau in dieser Anbauprüfung und ab 2016 auch auf dem Versuchsgut Straß in Tettngang. 2016 folgten sieben weitere Stämme, die in einer 4-jährigen Prüfphase unter verschiedenen Boden- und Witterungsbedingungen ihr Potenzial zeigen können. Aussagen zu Wüchsigkeit, Ertrag, Resistenzen, Inhaltsstoffen und Aroma werden so sehr viel zuverlässiger. In der vergangenen Saison 2017 kamen zwei neue Stämme in die entscheidende Anbautestung.

### **Ausblick**

Nach der Stammesprüfung folgt die Hauptprüfung und darüber hinaus muss sich ein Stamm in den Parzellenprüfungen auf Praxisbetrieben (Reihenbau und Großflächenversuchsanbau) bewähren. Dieser Prüfabschnitt kann frühestens ab 2019/2020 mit den ersten Neuzüchtungen aus dem Kreuzungsprogramm in Angriff genommen werden.

## **4.4 Entwicklung von leistungsstarken, gesunden Hopfen mit hohen Alphasäuregehalten und besonderer Eignung für den Anbau im Elbe-Saale-Gebiet**

### **Ziel**

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, neue leistungsfähige und robuste Hopfenstämme zu züchten und zu testen, die sich durch hohe Alphasäuregehalte, breite Resistenzen bzw. Toleranzen gegenüber Pilzen und Schädlingen und insbesondere gegenüber Stockfäuleerregern auszeichnen. Außerdem wird von einer modernen Sorte gefordert, dass sie aufgrund optimierter Nährstoffeffizienz selbst bei reduzierten Stickstoffgaben höchste Erträge liefert. Darüber hinaus soll durch eine bessere Klimaanpassung das Problem der Frühblüte im Zusammenhang mit den höheren Temperaturen (wie z. B. bei Hallertauer Magnum), gelöst werden, um Ertragsverluste zu vermeiden.

Letztlich sollen konkurrenzfähige neue Sorten zur Zulassung gebracht werden, die die Wettbewerbsfähigkeit der Elbe-Saale-Hopfenbauregion auf dem Weltmarkt langfristig sichern.

Zur Realisierung dieses Zieles werden zum einen Hochalpha-Zuchtstämme neu entwickelt und zum anderen bereits vorselektierte Stämme aus dem laufenden Hüller Hochalpha-Züchtungsprogramm im Elbe-Saale-Anbaugebiet von einem Pflanzler auf ihre Standorteignung geprüft.



## **Durchführung und Methoden**

### **- Kreuzungsteil**

Die LfL stellt für dieses Kreuzungsprogramm aus dem eigenen Zuchtmaterial Stämme und Sorten zur Verfügung, die dem Zuchtziel entsprechend ausgewählt wurden. Kreuzungen, Sämlingsaufzucht sowie die Vorselektionen auf Resistenz/Toleranz gegenüber Echtem Mehltau und Peronospora werden in den Gewächshäusern der LfL in Hüll durchgeführt. Die nachfolgende 3-jährige Sämlingsprüfung mit Einzelpflanzen und die Stammesprüfungen erfolgen von der LfL auf ihren Standorten. Dabei wird bei konsequent reduziertem Pflanzenschutzmittel- und Düngereinsatz auf widerstandsfähige und robuste Hopfen mit optimierter Nährstoffaufnahme hin selektiert.

Alle weiteren Selektionsschritte werden zugleich in der Hallertau und im Elbe-Saale-Gebiet durchgeführt werden.

Die chemischen Analysen der Erntemuster aus dem Hüller Züchtungsprogramm werden in Hüll von IPZ 5d, Dr. Kammhuber und seinem Team durchgeführt.

Zur Absicherung des virusfreien Zustandes der Pflanzen vor der Vermehrung der Sämlinge für die Stammesprüfung werden Blätter des zu untersuchenden Hopfens mit der DASELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay)-Technik von der Virusdiagnostik-Gruppe der LfL (IPS 2c) auf Hopfenviren untersucht. Getestet wird auf Hopfenmosaikvirus und Apfelmosaikvirus, die sich beide auf Erntemenge und Qualität negativ auswirken (Seigner et al. 2014).

*Verticillium*-Freiheit eines Hopfenstockes wird vom züchtungseigenen Genomanalyse-Team in Freising unter Nutzung der hoch-sensitiven Realtime-PCR-Technik untersucht (Maurer et al., 2013; Seigner et al., 2017).

Bei Virus- und *Verticillium*-infiziertem Ausgangsmaterial wird die Meristemkultur, eine biotechnologische Methode eingesetzt, um diese Pathogene zu eliminieren. In den letzten Jahren konnte diese Technik weiter optimiert werden und vor allem durch die Nutzung eines RITA<sup>®</sup>-Flüssigkulturschritts während der Gewebekulturphase die Regeneration der Pflänzchen entscheidend beschleunigt werden (Seigner et al., 2017).

### **- Reihen-Versuchsanbau mit Hüller Hochalphastämmen im Elbe-Saale-Gebiet**

Neue aussichtsreiche Zuchtstämme aus den laufenden Züchtungsprogrammen der LfL werden im Anbaugebiet Elbe-Saale unter Praxisbedingungen getestet, um herauszufinden, welche Zuchtstämme für das Anbaugebiet Elbe-Saale geeignet sind und unter diesen Anbaubedingungen die gewünschten Leistungsmerkmale und Krankheitsresistenzen bringen. Seit 2014 werden auf dem Betrieb Berthold in Monstab, Thüringen, Hüller Hochalphastämme unter für die Elbe-Saale-Region typischen Anbaubedingungen geprüft. Des Weiteren werden seit 2018 die Stämme auch auf dem Betrieb der Agrargenossenschaft Querfurt in Sachsen-Anhalt und auf dem Hopfengut Lautitz in Sachsen geprüft.

## **Ergebnis**

### **- Kreuzungsteil**

33 Kreuzungen wurden mit der oben beschriebenen Zielrichtung 2018 durchgeführt. Ab Mai 2018 standen insgesamt 2329 Sämlinge aus 40 Kreuzungen mit der Zielsetzung „Hochalpha“ nach dem Resistenzvorscreening in der Vegetationshalle.

Vielversprechende Kandidaten durchlaufen aktuell die 3-jährige Sämlingsprüfung im Zuchtgarten in Hüll bzw. die 4-jährige Stammesprüfung in Hüll bzw. Stadelhof.

## - Reihenversuchsanbau im Elbe-Saale-Gebiet

Darüber hinaus konnten weitere Erkenntnisse im Reihenversuchsanbau gesammelt werden, der bereits seit 2014 auf einem Hopfenbaubetrieb im Elbe-Saale-Gebiet läuft. Gegenwärtig stehen drei Hüller Hochalpha-Zuchtstämme in der Prüfung auf dem Betrieb Berthold im Vergleich zu Hallertauer Magnum, Herkules, Polaris und Ariana. Ausgewählt wurden nur Hochalpha-Stämme, die im Zuchtgarten in Hüll bereits gute Stockgesundheit erkennen ließen (siehe Tab. 4.2).

Der Ertrag der beiden erst Ende Juni 2015 gepflanzten Stämme 2010/80/728 und 2011/71/19 ist in der Saison 2016 noch nicht voll vergleichbar, da die Bestände im Frühjahr 2016 noch Lücken zeigten und etwa 20 Stöcke nachgepflanzt werden mussten. Daher waren die Parzellen zur Ernte noch heterogen. Während der Zuchtstamm 2010/80/728 im Jahr 2017 mit über 3400 kg/ha bei 18,5 % Alphasäuregehalt sehr gut abschnitt, machte im Jahr 2018 der Zuchtstamm 2011/71/19 ab dem Frühjahr den besseren Eindruck. Beide Zuchtstämme lassen bisher keine Probleme mit der Stockgesundheit erkennen. Der bereits 2014 eingelegte Hochalpha-Stamm 2010/75/764 lieferte im Vergleich zu den sehr erfolgversprechenden Ertrags- und Alphasäureergebnissen im Pflanzjahr 2014 in den beiden Folgejahren eher ernüchternde Ernteresultate. Der Bestand präsentierte sich nicht mehr so homogen und die Alphasäuregehalte waren sehr schwankend. Im Jahr 2018 wurde der Bestand so heterogen, dass er nicht mehr beerntet wurde.

Die 2016 neu zugelassene Aromasorte Ariana mit ihren umfassenden Krankheitsresistenzen und -toleranzen wird ebenfalls auf diesem Standort in der Elbe-Saale-Region geprüft, um auch ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber den hier vorherrschenden Stockfäuleerregern begutachten zu können. Bei positiven Erfahrungen würde Ariana als umfassende Resistenzquelle in diesem Züchtungsprogramm genutzt werden.

In der Saison 2018 war die Witterung, wie auch in den anderen deutschen Anbaugebieten, geprägt durch hohe Temperaturen und ein großes Niederschlagsdefizit. Am Standort Monstab fielen 2018 nur 330 mm Niederschlag. Im Vegetationszeitraum von April bis September waren es nur 158 mm. Es besteht zwar eine Bewässerungsmöglichkeit, aber die vorhandenen Brunnen sind nicht so leistungsfähig, um das Niederschlagsdefizit annähernd ausgleichen zu können. Von Ende Mai bis Anfang September wurden rund 100 mm über die Bewässerung ausgebracht.

### Aussicht

Im Jahr 2019 sollen weitere ein bis zwei erfolgversprechende Zuchtstämme aus dem laufenden Hüller Zuchtprogramm am Standort Monstab ausgepflanzt werden. Erste Erkenntnisse zu neuen vielversprechenden Zuchtstämmen aus dem Kreuzungszüchtungsprogramm sind erst nach der 3-jährigen Sämlingsprüfung der Sämlingsgeneration S2017 im Hüller Zuchtgarten, also frühestens 2020/2021 zu erwarten. Um verlässliche Aussagen bei den Stämmen im Reihenversuchsanbau treffen zu können, werden diese Anbauprüfungen jeweils 5 Jahre mit jedem Zuchtstamm durchgeführt. Ab Frühjahr 2018 beteiligten sich zwei weitere Betriebe am Reihenversuchsanbau, so dass nun in allen 3 Ländern vielversprechende Hochalphazuchtstämme im Praxisanbau geprüft werden.

Maurer, K.A., Radišek, S., Berg, G., Seefelder, S. (2013): Real-time PCR assay to detect *Verticillium albo-atrum* and *V. dahliae* in hops: development and comparison with a standard PCR method. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 120 (3), 105–114.

Seigner, L., Lutz, A. and Seigner, E. (2014): Monitoring of Important Virus and Viroid Infections in German Hop (*Humulus lupulus* L.) Yards. *BrewingScience - Monatsschrift für Brauwissenschaft*, 67 (May/June 2014), 81-87.

Seigner, E., Haugg, B., Hager, P., Enders, R., Kneidl, J. & Lutz, A. (2017): *Verticillium* wilt on hops: Real-time PCR and meristem culture – essential tools to produce healthy planting material. *Proceeding of the Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, Austria*, 20-23.

Tab. 4.2: Ergebnisse der Reihenanbauprüfung von Hüller Hochalphastämmen (Reihe von 102 Stöcken pro Stamm) bei einem Elbe-Saale-Pflanzer mit Hallertauer Magnum, Herkules und Polaris als Referenzsorten; 1 $\alpha$ -Säuregehalt in Gew.-% lfr nach EBC 7.4

Eigenschaften	Hallertauer Magnum	Herkules	Polaris	Ariana	Stamm 2010/75/764	Stamm 2010/80/728	Stamm 2011/71/19
<b>Pflanzjahr</b>	1998	2001	2012	2016	März 2014	Juni 2015	Juni 2015
<b>Aroma- einschätzung</b>	angenehm	angenehm	angenehm, Spezialaroma	angenehm, fruchtig, Spezialaroma	angenehm	mittel	angenehm
<b>Alphasäuren (%)<sup>1</sup></b>	<b>12,4</b> (10,6 – 14,5)	<b>13,9</b> (13,5 – 14,5)	<b>16,4</b> (13,7 – 18,2)	<b>8,5</b> (8,2 – 9,7)	<b>12,8</b> (11,5 - 13,7)	<b>17,9</b> (16,3 - 19,0)	<b>15,9</b> (15,0 - 17,2)
<b>Ertrag (kg/ha)</b>							
<b>Erntejahr 2014</b>	2 210	3 230	2 850		2 615*		
<b>Erntejahr 2015</b>	1 640	1 640	1 900		3 030		
<b>Erntejahr 2016</b>	2 830	2 500	2 435	1 651 (Jungh.)	3 010	2 210	2 230
<b>Erntejahr 2017</b>	2 925	1 950	2 785	4 488	2 750	3 375	2 930
<b>Erntejahr 2018</b>	2 419	wegen Stockfäule nicht mehr im Anbau	2 256	3 092	wegen Stockfäule nicht mehr beerntet	2 097	2 395
<b>kg <math>\alpha</math>-/ha</b>	<b>304</b> (174 – 410)	<b>325</b> (221 – 453)	<b>401</b> (309 – 507)	<b>324</b> (272 – 376)	<b>372</b> (348 – 392)	<b>469</b> (341 – 637)	<b>405</b> (358 – 466)
<b>Stock- gesundheit</b>	sehr gut	gering	sehr gut	sehr gut	mittel	gut	gut
<b>Agromische Einschätzung</b>		Ertragspotenzial reduziert wegen Stockfäule	robust, mittlere – schwache Windefähigkeit	wuchtig, robust, breite, gute Resis- tenzausstattung	kopfbetont, wuchtig, $\alpha$ -Säuren sehr schwankend	volle Mehлтаure- sistenz, geringe Behangstärke	gute Mehлтаure- sistenz, guter Habitus, hohes Ertragspotenzial

## 4.5 Forschung und Arbeiten zur *Verticillium*-Problematik bei Hopfen - Molekularer Nachweis direkt aus der Rebe über Realtime-PCR

Die Bekämpfung der *Verticillium*-Welke in deutschen Hopfenanbaugebieten ist eine langfristige Aufgabe. Forschung und Beratung der LfL sowie die Umsetzung pflanzenbaulicher Vorsorgemaßnahmen durch die Hopfenpflanzer sind von zentraler Bedeutung im gemeinsamen Kampf gegen *Verticillium* im Hopfenbau.

### Zielsetzung

*Verticillium*-freies Pflanzmaterial ist neben weiteren phytosanitären oder pflanzenbaulichen Maßnahmen ein entscheidender Baustein, um eine weitere Verbreitung des *Verticillium*-Welkepilzes im Hopfenanbaugebiet zu verhindern. Seit 2013 wird Hopfenpflanzgut mit einer hoch empfindlichen PCR-basierten Nachweismethode auf *Verticillium* hin untersucht. So soll sichergestellt werden, dass nur Welkepilz-freie Hopfen in die LfL-eigenen Prüfungen kommen und an den Vertragsvermehrter der Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH) und damit an die Hopfenpflanzer weitergegeben werden.

### Methode

**Molekularer Nachweis direkt aus der Rebe über Realtime-PCR (Polymerasekettenreaktion)** nach Maurer, Radišek, Berg und Seefelder (2013).

Von der zu untersuchenden Hopfenrebe wird ein Stück vom Rebeninneren (Mark), das auch die wasserleitenden Gefäße und damit möglicherweise auch *Verticillium*-Sporen oder -Myzel enthält, herauspräpariert. Danach wird das Rebenstück in einem Homogenisator zerkleinert und für die Isolierung der DNA verwendet; Hopfen-DNA und auch DNA von möglichen Pilzkontaminationen in den Gefäßelementen werden mit isoliert.

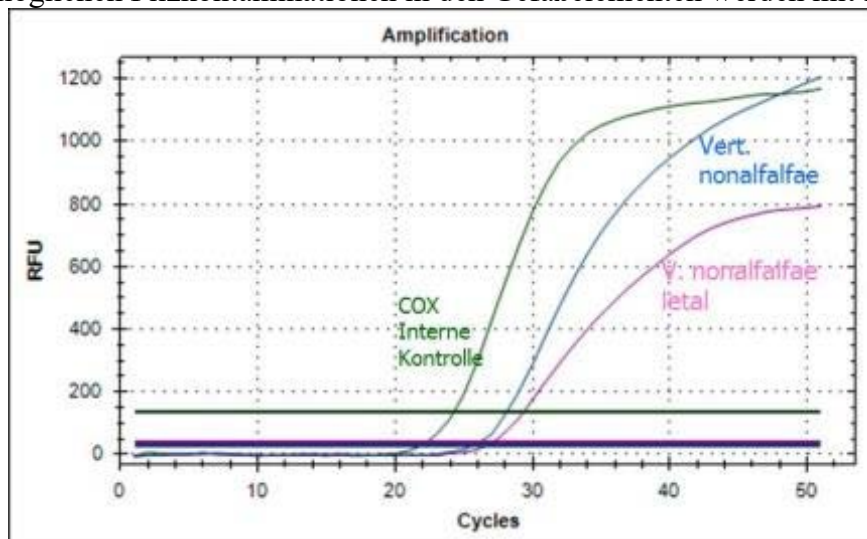


Abb. 4.3: In der Multiplex Realtime-PCR zeigt der Anstieg der blauen Kurve (Amplifikation von *V. nonalfalae* spezifischen Sequenzen unter Freisetzung des an die Sonde gekoppelten Fluoreszenzfarbstoffs „FAM“), dass die untersuchte Hopfenrebe mit *V. nonalfalae* (Primerpaar differenziert nicht zwischen Mild- und Letalstamm) infiziert ist. Zugleich wird bei dieser Hopfenprobe der Befall mit einem Letalstamm des Welkepilzes *V. nonalfalae* detektiert (Anstieg des Fluoreszenzsignals „Cy5“ = rote Kurve). Der Anstieg der grünen Kurve (HEX) spiegelt den Nachweis des hopfeneigenen COX-Gens wider und bestätigt den störungsfreien Ablauf der Nachweisreaktion. Amplifikationskurven der Kontrollen und weiterer Proben wurden in dieser Abbildung ausgeblendet, um den Überblick zu erleichtern.

Mit der Realtime-PCR unter Einsatz der für *Verticillium nonalfalfae* spezifischen Primer und Sonde zeigt sich letztlich der Pilzbefall durch einen Fluoreszenzanstieg zwischen Vermehrungszyklus 18 bis ca. 35 (Abb. 4.3, blaue Kurve). Diese Technik erlaubt darüber hinaus den simultanen Nachweis von Letalstämmen von *Verticillium nonalfalfae* (Primerpaar und Sonde von Seefelder und Oberhollenzer, nicht publiziert; Abb. 4.3, rote Kurve). Des Weiteren wird in diesem sog. Multiplex-Realtime-Ansatz durch den Nachweis von Hopfen-eigener DNA (als interne Kontrolle = grüne Kurve in Abb. 4.3 für COX = Cytochromoxidase nach Weller et al., 2000 modifiziert) das Funktionieren der PCR bestätigt, wodurch „falsch negative“ Ergebnisse ausgeschlossen werden können.

## **Ergebnisse**

### **• Hopfenanalysen**

Hopfenreben, -wurzeln/-fechser, -blätter, -dolden sowie Sprossspitzen und *in vitro*-Pflanzen wurden mit der Realtime-PCR auf *Verticillium* untersucht. Dabei wurden folgende Zielsetzungen verfolgt:

- Untersuchung des Hüller Zuchtmaterials auf *Verticillium nonalfalfae* sowie Differenzierung der Infektionen in Mild- bzw. Letalrassen von *V. nonalfalfae*
- Untersuchung der Mutterpflanzen eines Vermehrungsbetriebes der GfH auf *Verticillium*-Befall, um die Abgabe von welkefreiem Fechsermaterial an die Pflanzler sicherzustellen
- Molekulare Verifizierung von Welkesymptomen im Hüller Zuchtgarten, in den beiden Welkeselektionsgärten und in Praxisflächen in Kooperation mit S. Euringer, IPZ 5b
- Untersuchung regenerierter Meristempflanzen nach „angestrebter“ Eliminierung von *Verticillium* über Meristemkultur in Kombination mit Hitzetherapie
- Studien zum *Verticillium*-Infektionsmuster von Hopfen im Freiland

### **• Optimierung der Technik**

Zur Verbesserung der Zuverlässigkeit und Aussagekraft der Realtime-PCR-Ergebnisse wurden verschiedene Parameter untersucht: Konzentration der Primer und Sonden, Temperaturoptimierung, Ergebnisvergleich bei Einzel-, Duplex-, Triplex-Ansätzen und Testung des COX-Systems (modifiziert nach Weller et al., 2000) als interne Kontrolle

### **• Hilfestellung bei Auberginen-Tests**

Bei Studien von IPZ 5b mit Auberginen als Indikatorpflanzen für *Verticillium*-belastete Böden hat IPZ 5c (als Kooperationspartner) Welkesymptom-tragende und Symptom-freie Auberginen mit der Realtime-PCR untersucht und somit die Bonituren verifiziert.

### **• Bereitstellung von *Verticillium*-Inokulationsmaterial**

Zwei Mild- und zwei Letal-*Verticillium*-Referenzstämmen aus der Glycerin-Stammesammlung wurden auf Vollmedium aufgefrischt und vermehrt. Die Virulenzeigenschaften der eingesetzten Stämme wurden über Realtime-PCR nochmals abgesichert, bevor die Pilzstämmen als Infektionsmaterial für künstliche Inokulationsversuche in Flüssigkultur überführt und vermehrt wurden.

## Ausblick

An einer Optimierung der Realtime-PCR wird stetig gearbeitet. Kontinuierlich wird überprüft, ob mit den in der PCR-Reaktion eingesetzten Primern zur Detektion von *Verticillium nonalfalfae* noch alle in der Hallertau vorkommenden milden wie auch aggressiven Rassen erfasst werden.

## Referenzen

Maurer, K.A., Radišek, S., Berg, G., Seefelder, S. (2013): Real-time PCR assay to detect *Verticillium albo-atrum* and *V. dahliae* in hops: development and comparison with a standard PCR method. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 120 (3), 105–114.

Seigner, E, Haugg, B, Hager, P., Enders, R., Kneidl, J. & Lutz, A. (2017): *Verticillium* wilt on hops: Real-time PCR and meristem culture – essential tools to produce healthy planting material. *Proceeding of the Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, Austria*, 20-23.

Weller, S.A., Elphinstone, J.G., Smith, N.C., Boonham, N., and Stead, D.E. (2000): Detection of *Ralstonia solanacearum* strains with a quantitative, multiplex, real-time, fluorogenic PCR (TaqMan) assay. *Appl Environ Microbiol.* 66(7), 2853-8.

## 4.6 Meristemkultur zur Erzeugung von gesundem Pflanzgut

<b>Leitung:</b>	Dr. E. Seigner, A. Lutz
<b>Bearbeitung:</b>	B. Haugg
<b>Kooperation:</b>	P. Hager, R. Enders, IPZ 5c Dr. L. Seigner, IPS 2c, und Team der Virusdiagnostik

### Ziel

*Verticillium*, aber auch Viren können bei Hopfen zu dramatischen Ertrags- und Qualitätsausfällen führen. Da diese Krankheiten mit Pflanzenschutzmitteln nicht zu bekämpfen sind, ist die sog. Meristemkultur, eine biotechnologische Methode, zur Freimachung von infizierten Hopfenpflanzen umso bedeutender. Basierend auf der Annahme, dass das Meristem keinen Anschluss zu funktionsfähigen Leitbahnen besitzt und zudem davon auszugehen ist, dass nach der Hitzetherapie selbst eingeschleuste Viren bzw. Pilzstrukturen inaktiviert wurden, sollte die Regeneration von pathogenfreien Hopfenpflanzen aus Meristemen nach der Hitzebehandlung gelingen.

### Methode

Zur Erzeugung von *Verticillium*-und Virus-freien Hopfenpflanzen wird die oberste Wachstumszone (= Meristem), die sich am Ende der Sprossspitze befindet, nach einer Hitzebehandlung herauspräpariert und auf Kulturmedium zum Wachsen gebracht. Aufgrund spezieller Nährstoffe im Gewebekulturmedium entstehen aus einem Meristem bereits nach etwa 3 Wochen Blattstrukturen, die sich weiter zu einer vollständigen Pflanze entwickeln.

Die Blätter von sich aus den Meristemen entwickelnden Hopfen werden zur Absicherung des virusfreien Zustandes mit der DASELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay)-Technik bzw. mit der RT-PCR (Reverse Transkriptase Polymerasekettenreaktion) von der Arbeitsgruppe IPS 2c auf die verschiedenen hopfentypischen Viren untersucht.

Zur Bestätigung der über den Meristemschritt gelungenen Eliminierung des *Verticillium*-Pilzes werden die *in vitro* entstandenen Pflänzchen mit der Realtime-PCR unter Einsatz spezifischer TaqMan-Sonden und Primer auf *Verticillium* untersucht (Seigner et al., 2017).

### Ergebnisse

Mit der in den letzten Jahren optimierten Kulturtechnik (Abb. 4.4) wurden 2018 sechs vormals *Verticillium*-infizierte Zuchtstämme „kuriert“. Bemerkenswert ist, dass durch die stetige Verbesserung der einzelnen Kulturschritte im Vergleich zu früher alle Zuchtstämme innerhalb eines Jahres (März bis Februar) *Verticillium*-frei und Virus-frei als *in vitro*-Hopfen nach Hüll zurückgeliefert werden konnten. Der früher stark vom Genotyp abhängige Regenerationsprozess konnte für alle bisher „behandelten“ Genotypen erfolgreich abgeschlossen werden. Die geringere Gewebekultur-Tauglichkeit zeigt sich allerdings immer noch in einer geringen Zahl an entstanden Pflanzen und in einer etwas verlängerten Regenerationszeit. Mitte Februar werden in Hüll die Pflänzchen aus der Gewebekultur in Erde gebracht und nach der Akklimatisierung im Gewächshaus im Mai ins Freiland ausgepflanzt. So konnte vielversprechendes Zuchtmaterial aus dem Aromabereich, aus dem Tettninger Kreuzungsprogramm (siehe 4.3) wie auch aus dem Hochalphazüchtungsprogramm (siehe 4.4) trotz anfänglichem *Verticillium*-Befall nach der Pathogen-Eliminierung zügig in die Anbauprüfungen an welkefreien Standorten gebracht werden.



Abb. 4.4: Regeneration der aus den Meristemen entstandenen Pflänzchen nach 6-wöchiger Kultur im RITA®-Flüssigkultursystem (links) und nach weiteren 6 Wochen auf Festmedium. In diesem Stadium werden die Pflänzchen verklont, um genügend Untersuchungsmaterial für die *Verticillium*- und Virustestung zur Verfügung zu haben.

### Ausblick

An einer weiteren Optimierung der Regeneration von Meristemen wird gearbeitet. Dabei liegt der Fokus aktuell darauf, die Effektivität der Meristemkultur bei der Pathogenfreimachung zu verbessern. Besonders Viroide zu eliminieren, stellt eine Herausforderung dar, wobei neue Ansätze verfolgt werden.

## Referenzen

Penzkofer, M. (2010): Untersuchungen zur Massenvermehrung von Phlox-Sorten in einem temporary immersion system (TIS). Fachhochschule Weihenstephan, Fakultät Gartenbau und Lebensmitteltechnologie, Diplomarbeit.

Schwekendiek, A., Hanson, S.T., Crain, M. (2009): A temporary immersion system for the effective shoot regeneration of hop. Acta Hort 848, 149-156.

Seigner, E, Haugg, B, Hager, P., Enders, R., Kneidl, J. & Lutz, A. (2017): *Verticillium* wilt on hops: Real-time PCR and meristem culture – essential tools to produce healthy planting material. Proceeding of the Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, Austria, 20-23.

## 4.7 Etablierung eines Blatt-Testsystems zur Beurteilung der Toleranz von Hopfen gegenüber Falschem Mehltau (*Pseudoperonospora humuli*)

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

**Bearbeitung:** B. Forster

Befall des Hopfens mit dem Falschem Mehltaupilz (*Pseudoperonospora humul*) stellt die Pflanze immer wieder vor große Herausforderungen. Auch wenn 2018 wegen der extrem trockenen Witterung Peronospora-Infektionen kein Problem darstellten, arbeiten wir weiter daran, die Hopfenpflanze bei der gezielten Bekämpfung dieser Pilzkrankheit zu unterstützen. Neben dem seit zwei Jahrzehnten etablierten Peronospora-Warndienst leistet die Züchtung einen wesentlichen Beitrag zur Lösung des Peronospora-Problems. Ziel dabei ist es, Hopfen mit deutlich verbesserter Toleranz gegenüber diesem Pilz zu entwickeln. Alljährlich werden dazu Tausende von jungen Sämlingen im Gewächshaus mit einer Pilzsporensuspension eingesprüht und nachfolgend ihre Reaktion gegenüber dem Pilz eingeschätzt. Bei dieser Massenselektion kann die Toleranz einzelner Hopfen nicht genau festgestellt werden.

### Ziel

Um fundierte Aussagen zur Peronospora-Toleranz einzelner Sämlinge oder Sorten zu ermöglichen, soll ein standardisiertes Testsystem mit abgeschnittenen Blättern (detached leaf assay) im Labor etabliert werden, mit dem die Toleranz bzw. Anfälligkeit gegenüber Peronospora zuverlässig und genau abgeschätzt werden kann. Hierbei wird nur die Toleranz gegenüber der sog. Sekundärinfektion erfasst, d.h. wie widerstandsfähig bzw. anfällig sich der Hopfen gegenüber den Zoosporangien des Pilzes zeigt, die von außen auf die Blätter kommen. Bei sehr hoher Luftfeuchtigkeit werden die Zoosporen aus den Sporangien freigesetzt, sie dringen über Blattöffnungen in das Innere des Blattes und wachsen, falls keine Abwehrreaktion des Hopfens erfolgt, zu einem Pilzmyzel aus. Anfällige Hopfen weisen daher auf dem Blatt als typisches Infektionssymptom sporulierendes Pilzmyzel auf.

### Methode

Die Unterseite der Blätter von Hopfen wird mit der Peronospora-Sporangien-Suspension besprüht. Fünf bis 14 Tage nach der Beimpfung werden die Reaktionen der Blätter (keine sichtbaren Symptome, Chlorosen, Nekrosen, Sporulation) visuell, zum Teil unter dem Binokular beurteilt.



Die Bewertung erfolgt auf einer Skala von 0 bis 5, Fokus wird auf die Sporulation gesetzt: 0 (hoch tolerant) = keine Symptome, 1 (tolerant) = 1-10 %; 2 (mittel) = 11-30 %; 3 (anfällig) = 31-60 %; 4 (hoch anfällig) = 61-80 %; 5 (extrem anfällig) = 81-100 % der Blattfläche betroffen.

## Ergebnisse

Seit einigen Jahren wird an der Etablierung und Optimierung eines Blatt-Testsystems gearbeitet. Erste Erkenntnisse dazu wurden im Jahre 2013 in einer Bachelorarbeit (Jawad-Fleischer, 2014) gesammelt. Nach weiteren Verbesserungen bei der Reproduzierbarkeit und bei der Erhaltung der Vitalität der Zoosporen sowie bei der Temperaturführung des Blatt-Tests konnten je nach Peronospora-Toleranz auf den Blättern der zu untersuchenden Hopfen zuverlässig Chlorosen, Nekrosen und bei anfälligen Sporulation ausgelöst werden. Des Weiteren wurde die Testpflanzenanzucht optimiert. Ein Manko besteht aktuell noch darin, über mehrere Monate frische Sporen zur Inokulation zur Verfügung zu haben. Deshalb wurden erste Experimente mit eingefrorenem Inokulationsmaterial basierend auf den Erkenntnissen von Mitchell et al. (2010) durchgeführt, die 2019 weitergeführt werden.

Auf den Blättern von anfälligeren bzw. weniger toleranten Hopfen zeigen sich bereits wenige Tage nach der Inokulation chlorotische Blattflecken mit deutlicher Sporulation auf der Blattunterseite. Eine frühzeitig auftretende starke Sporulation ist Indiz für eine starke Anfälligkeit gegenüber dem Pilz. Im späteren Stadium werden dunkelbraune Nekroseflecken sichtbar. Diese Reaktionen des Blattes variieren in Abhängigkeit vom Blattalter. Junge Blätter in der Wachstumsphase zeigen deutlichere Symptome als ältere Blätter.

Bei toleranten Hopfen hingegen wird die Sporulation völlig unterdrückt oder als Abwehrreaktion besonders im frühen Infektionsstadium erscheinen kleinere Nekroseflecken auf den Blättern (hypersensitive Reaktion der Wirtszellen).

Mit wenigen Ausnahmen bestätigten bei den bisher untersuchten Sorten und Zuchtstämmen die Feldbonituren die Toleranzeinschätzungen aus dem Blatt-Testsystem.

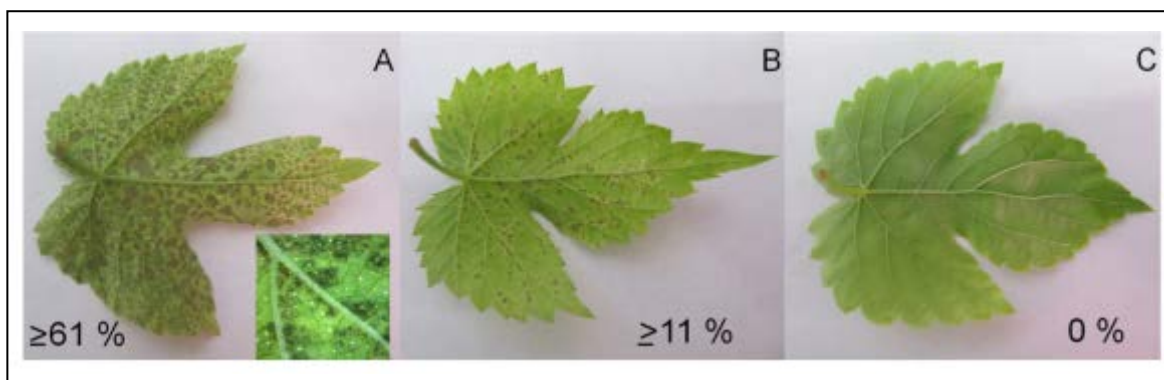


Abb. 4.5: Unterschiedliche Reaktionen von Hopfenblättern 6 Tage nach Inokulation mit *Peronospora*: anfällig (A), mittel tolerant (B) und hoch tolerant (C) gegenüber dem Pilz; % der infizierten Blattfläche = Sporulation; in Foto A zusätzlich eine Nahaufnahme des *Peronospora*-Befalls mit schwarzen Sporenarealen

## **Ausblick**

Ein entscheidender Vorteil des Blatt-Testsystems besteht darin, dass unter standardisierten Bedingungen, d.h. unabhängig von Witterungs- und Stadorteinflüssen, Aussagen zur Krankheitstoleranz einer Hopfensorte bzw. -stammes getroffen werden können. Für die Praxistauglichkeit des Blatt-Testsystems und damit für den Einsatz im Züchtungsprozess ist letztlich entscheidend, dass die im Labor über den Blatt-Test gefundene Toleranz bzw. Empfindlichkeit eines Hopfens gegenüber *Peronospora*-Sekundärinfektionen mit den Feldbonituren korreliert werden kann.

In der kommenden Saison werden mit diesem *Peronospora*-Blatt-Testsystem wieder Sorten und Zuchtstämme untersucht.

## **Referenzen**

Jawad-Fleischer, M. (2014): Optimierung eines Blatttestsystems (detached leaf assay) zur Testung der Toleranz gegenüber Falschem Mehltau (*Pseudoperonospora humuli*) bei Hopfen. Bachelorarbeit, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft.

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

Seigner, E. und Forster, B. (2014): Verbesserung des Sämlingstestsystems zur Beurteilung der Toleranz von Hopfen gegenüber Falschem Mehltau (*Pseudoperonospora humuli*) im Gewächshaus Jahresbericht 2013 – Sonderkultur Hopfen, LfL-Information: 48-49.

Seigner, E., Forster, B. & Lutz, A. (2017): Improved selection system to test for downy mildew tolerance of hops. Proceeding of the Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, Austria, 100.

## 5 Hopfenbau, Produktionstechnik

LD Johann Portner, Dipl.-Ing. agr.

### 5.1 $N_{\min}$ -Untersuchung 2018

Die Stickstoffdüngung nach DSN ( $N_{\min}$ ) ist inzwischen ein fester Bestandteil der Düngeplanung in den Hopfenbaubetrieben geworden und nach der neuen Düngeverordnung mit mind. 3 Untersuchungen Pflicht für Betriebe, die die Ausnahmeregelungen von der Düngeverordnung für die Rückführung der Rebenhäcksel in Anspruch nehmen oder Hopfenflächen in den „Roten Gebieten“ bewirtschaften.

2018 beteiligten sich in den bayerischen Anbaugebieten Hallertau und Spalt drei Viertel der Hopfenbaubetriebe an der DSN-Untersuchung. Dabei wurden 4 010 Hopfengärten (2017: 3 067 Proben) auf den  $N_{\min}$ -Gehalt untersucht. Die deutliche Zunahme der  $N_{\min}$ -Untersuchungen geht auf die Vorgaben der neuen Düngeverordnung zurück, wonach alle Hopfenbaubetriebe, die ihr Rebenhäcksel im Herbst bis 15. Oktober auf Hopfenflächen zurückfahren, mind. 3  $N_{\min}$ -Untersuchungen im Frühjahr durchführen müssen. Der  $N_{\min}$ -Wert ist dann bei der Berechnung des Stickstoffdüngedarf in der Düngebedarfsermittlung bei den beprobten Schlägen zu berücksichtigen. Auf den restlichen Hopfenflächen können die Pflanzler, sofern kein  $N_{\min}$ -Ergebnis vorliegt, die von der staatlichen Beratung bekannt gegebenen endgültigen regionalisierten Durchschnittswerte bei der Düngebedarfsermittlung verwenden.

Tab. 5.1: Probenzahl, vorläufige und endgültige  $N_{\min}$ -Werte 2018 in den Landkreisen bzw. Anbauregionen

Landkreis/Anbaugebiet	Anzahl Untersuchungen	Vorläufiger $N_{\min}$ -Wert (Stand 29.03.2018)	Endgültiger $N_{\min}$ -Wert
Eichstätt (inkl. Kinding)	287	49	<b>59</b>
Freising	349	49	<b>52</b>
Hersbruck	90	(49)	<b>48</b>
Kelheim	1 606	48	<b>50</b>
Landshut	238	70	<b>68</b>
Pfaffenhofen (u. Neuburg-Schrobenhausen)	1 333	46	<b>48</b>
Spalt	107	53	<b>53</b>
<b>Bayern</b>	<b>4 010</b>	<b>49</b>	<b>51</b>

In der nachfolgenden Grafik ist die Entwicklung der Zahl der Proben zur  $N_{\min}$ -Untersuchung zusammengestellt. Der durchschnittliche  $N_{\min}$ -Gehalt in den bayerischen Hopfengärten war 2018 mit 51 kg N/ha nur halb so hoch als im Vorjahr (102 kg  $N_{\min}$ /ha) und damit auf historisch niedrigem Niveau. Zurück zu führen ist dies vermutlich auf den nassen Herbst mit höheren N-Verlagerungen und Auswaschungsverlusten sowie dem Bodenfrost und kaltem Frühjahr mit einer niedrigen Stickstofffreisetzung.

Da nach der neuen Düngeverordnung für alle Schläge ein individueller Stickstoffdüngbedarf errechnet werden muss, kann eine durchschnittliche Düngeempfehlung für Stickstoff nicht mehr ermittelt und ausgewiesen werden.

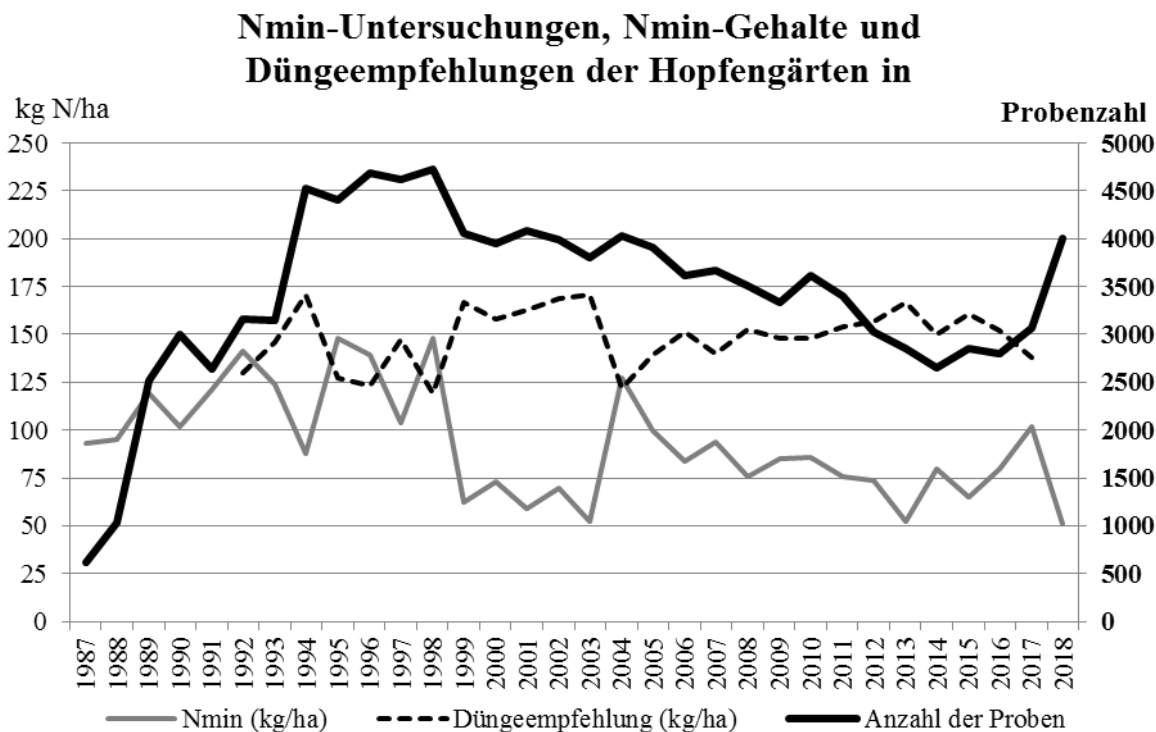


Abb. 5.1:  $N_{\min}$ -Untersuchungen,  $N_{\min}$ -Gehalte und Düngeempfehlungen (bis 2017) der Hopfengärten in Bayern im Verlauf der Jahre

## 5.2 Modellvorhaben: „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz“, Teilvorhaben „Hopfenanbau in Bayern“ (ID 5108)

<b>Projektleiter:</b>	J. Portner
<b>Bearbeitung:</b>	R. Obster
<b>Kooperation:</b>	Julius Kühn-Institut (JKI) Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP) 5 Demonstrationsbetriebe (mit Hopfenbau) in der Hallertau
<b>Finanzierung:</b>	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
<b>Laufzeit:</b>	01.03.2014 – 30.04.2019

## Ziel

Im Rahmen des Nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln wurde das seit 2011 bundesweit laufende Modellvorhaben „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz“ auf den Hopfenbau erweitert und 2014 in der Hallertau ein „Teilvorhaben Hopfenanbau in Bayern“ eingerichtet.

Ziel des auf 5 Jahre angelegten Modellvorhabens war es, den chemischen Pflanzenschutzmitteleinsatz im Hopfenanbau durch regelmäßige Bestandskontrollen und intensive Beratung auf das notwendige Maß zu begrenzen. Dabei waren die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes (IPS) zu beachten und nichtchemische Pflanzenschutzmaßnahmen, soweit vorhanden und praktikabel, vorrangig anzuwenden. Die Demonstrationsbetriebe sollten im Rahmen des Modellvorhabens als nationale Leuchtturmbetriebe fungieren und die neuesten Erkenntnisse und Maßnahmen im Sinne des IPS sowohl innerhalb der Pflanzerschaft wie auch Beratern und der Öffentlichkeit näherbringen.

## Methodik und Maßnahmen

Auf fünf konventionellen Hopfenbaubetrieben in der Hallertau (Standorte: Geibenstetten, Buch, Einthal, Dietrichsdorf und Mießling) wurden je drei Demoschläge, die eine durchschnittliche Fläche von rund 2 ha aufwiesen, von der Projektbetreuerin hinsichtlich des Schaderregeraufkommens intensiv beobachtet. Zu den ausgewählten Sorten zählten HA, HE, HM, HS, HT, PE und SR. Jeder Schlag wurde während der Vegetationsperiode nahezu wöchentlich bonitiert um den Befall mit Krankheiten und Schädlingen exakt zu ermitteln. Bei Bedarf wurde der Befall von Teilflächen extra erfasst. Die Projektbetreuerin orientierte sich bei ihren Bekämpfungsempfehlungen an Schadschwellen, Warndiensthinweisen und Prognosemodellen. Waren nicht-chemische Behandlungen als mögliche Alternativen zum chemischen Pflanzenschutzmitteleinsatz vorhanden, wurden diese präferiert eingesetzt. Die gewonnenen Boniturdaten und der dafür benötigte Zeitaufwand sowie die durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen wurden auf einer speziellen App bzw. in Online-Programmen erfasst und zur Auswertung an das JKI übermittelt.

Zur Öffentlichkeitsarbeit und als Wissenstransfer für die Berufskollegen wurde ein spezieller Internetauftritt eingerichtet und darüber hinaus mit Veröffentlichungen, Vorträgen, Fachtagungen und auf Feldtagen informiert.

## Ergebnisse und Auswertungen

- **Notwendiges Maß und nicht-chemische Pflanzenschutzmaßnahmen**

Das Ziel, im Modellvorhaben den chemischen Pflanzenschutzmitteleinsatz im Hopfenbau auf den Demonstrationsbetrieben durch regelmäßige Bestandskontrollen und intensive Beratung auf das **notwendige Maß** zu begrenzen, wurde erfolgreich umgesetzt. Hierbei wurden die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes beachtet, notwendige Behandlungen an Schadschwellen und Warndiensthinweisen ausgerichtet und **nicht-chemische Pflanzenschutzmaßnahmen**, soweit vorhanden und praktikabel, vorrangig angewandt. Die Anwendung nicht-chemischer Maßnahmen war jedoch nur begrenzt möglich. Gründe hierfür waren zum einen die kaum vorhandenen getesteten und nicht etablierten nicht-chemischen Pflanzenschutzverfahren und zum anderen die zum Teil fehlende Praktikabilität und Wirtschaftlichkeit. Im Modellvorhaben wurde auch deutlich, dass die Hopfenpflanzer bereits viele vorbeugenden Maßnahmen zur Schaderregerabwehr selbstverständlich anwenden, wie z. B. das Hopfenschneiden (= Bekämpfung von Peronospora und E. Mehltau), Anackern (= mechanische Unkrautbekämpfung) und Hopfenputzen (= Schaderregerbekämpfung im unteren Stockbereich und Bifang).

Tab. 5.2: Vorbeugende und nicht-chemische Pflanzenschutzmaßnahmen im Hopfenbau

<b>Indikation</b>	<b>Nicht-chemische Maßnahmen</b>
Peronospora	Hopfenschneiden Phosphorige Säure zur Pflanzenstärkung Ausbrechen der Bubiköpfe
Echter Mehltau	Hopfenschneiden Elementarer Schwefel Anzahl der anzuleitenden Triebe pro Aufleitung reduzieren (bei geeigneten Sorten)
Botrytis	Anzahl der anzuleitenden Triebe pro Aufleitung reduzieren (bei geeigneten Sorten)
Verticilium nonalfalae	Rebstrünke infizierter Schläge tief abschneiden und aus dem Hopfengarten entfernen (verbrennen) Anbau neutraler Zwischenfrüchte Keine Ausbringung von frischen Rebhäcksel in Hopfengärten
Erdflöh (1. Generation)	Gesteinsmehl
Markeulenbefall	Entfernen befallener Triebe per Hand „Säulen aushauen“ (Queckenbekämpfung) Mechanische Ungrasbekämpfung am Feldrand
Gemeine Spinnmilbe	Hopfenputzen (Handentlauben) Mechanische Unkrautbekämpfung am Feldrand Raubmilben (Leimanstrich → Schäden an Hopfen in 2015) (Sprühmolkepulver)
Wildverbiss	Vergrämungsmittel auf Schaffettbasis (Trico) Pflanzenstärkungsmittel mit Vergrämungswirkung (BioEnergy) Wildschutzzaun Akustische und sensorische Abschreckung (Wildschreck KR01) Verbisschutzhüllen
Unkrautbekämpfung	Ackern Nährsalze Queckenbekämpfung per Hand Nylonschnüre Abflammen Organische Säuren
Hopfenputzen	Handentlauben Nährsalze Laubsauger Organische Säuren

- **Zeitaufwand für die Schaderregerüberwachung**

Der zeitliche Aufwand für die exakten Schaderregerüberwachungen und Bonituren auf den Demoflächen im Hopfenanbau lag bei ca. 10 Stunden pro Fläche während der ganzen Saison. Bei durchschnittlich 12 Boniturtagen sind das etwa 50 min/Feld und Boniturtag. Im Apfel- und Weinbau ist der Gesamtaufwand pro Saison der gleiche, pro Boniturtag ist der zeitliche Aufwand mit ca. 30 min/Feld aber deutlich niedriger. Dies ist darin begründet, dass im Hopfenanbau die Schaderreger vorwiegend im Gipfelbereich überwacht werden müssen und nach Erreichen der Gerüsthöhe zur Schaderregerüberwachung eine zweite Person zur Steuerung des Schleppers und der Kanzel notwendig sind.

- **Behandlungsindex**

Als Maß für die Intensität des Pflanzenschutzmitteleinsatzes hat das JKI für alle Demonstrationsbetriebe und Jahre den Behandlungsindex (BI) errechnet. Als Behandlungsindex wird die Anzahl der angewandten Pflanzenschutzmittel bezogen auf die zugelassene Aufwandmenge und die Anbaufläche bezeichnet. Reduzierte Aufwandmengen und Teilflächenbehandlungen werden dabei berücksichtigt und senken den Behandlungsindex gegenüber der Behandlung mit der vollen zugelassenen Aufwandmenge auf der gesamten Fläche.

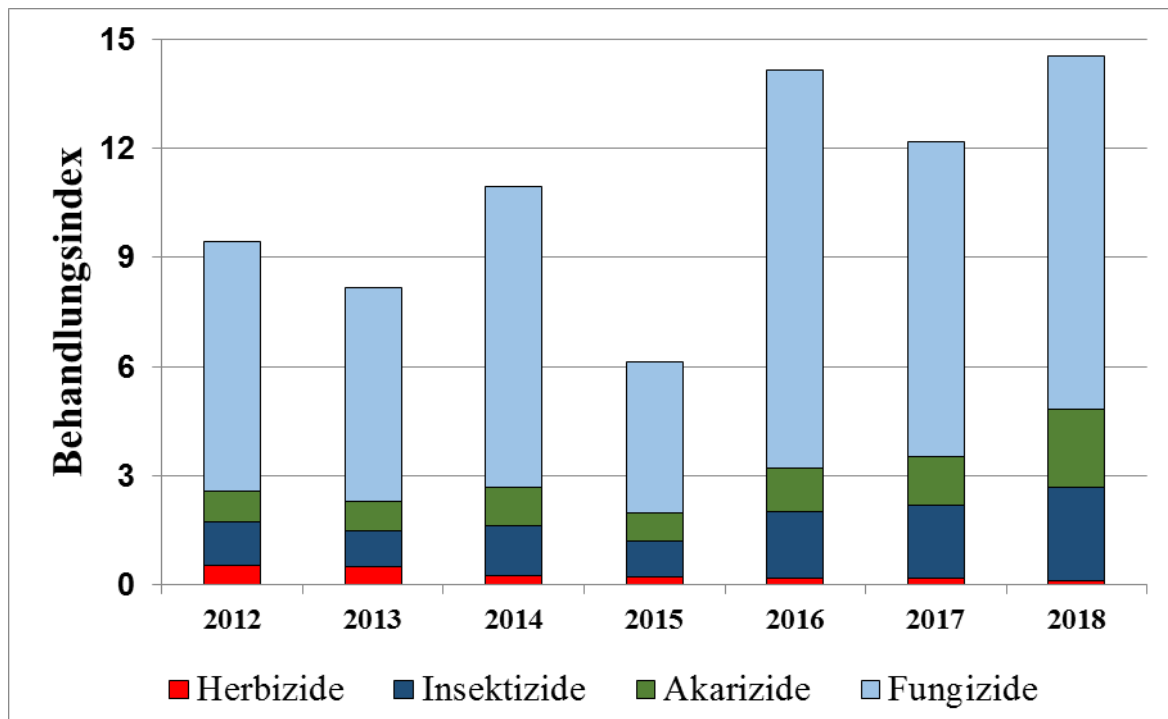


Abb. 5.2: Behandlungsintensität der Demonstrationsbetriebe IPS im Hopfenbau

Abb. 5.2 zeigt große Schwankungen des Behandlungsindex zwischen den einzelnen Projektjahren. So hat sich z. B. der BI von 2015 auf 2016 mehr als verdoppelt. Dies spiegelt den jährlich stark variierenden Schaderregerdruck im Hopfenanbau wider; denn 2015 gab es nur 3 Bekämpfungsaufrufe gegen Peronospora-Sekundärinfektion, in 2016 dagegen 8. Außerdem war in 2016 der Befall mit dem Echten Mehltau, der Gemeinen Spinnmilbe und der Hopfenblattlaus stärker als im Vorjahr, so dass die Pflanze mehr Behandlungen ausbringen mussten. Der BI im Hopfen ist somit ein Spiegelbild des Schaderregeraufkommens und belegt, dass die Demonstrationsbetriebe gezielt bei der Schaderregerbekämpfung vorgegangen sind und den Pflanzenschutzmitteleinsatz auf das notwendige Maß begrenzt haben.

Vergleicht man den Behandlungsindex der verschiedenen am Projekt beteiligten Raumkulturen Wein-, Apfel- und Hopfenbau miteinander, so zeigen Auswertungen, dass der BI im Hopfen deutlich unter dem vom Wein- und Apfelanbau liegt. Und das, obwohl Hopfen die höchste Raumkultur mit der größten Wasseraufwandmenge und der größten zu schützenden Blattoberfläche ist. Dies ist ein weiterer Beleg für den bereits intensiv praktizierten IPS im Hopfenanbau.

Ein weiterer Vergleich, bei dem der BI der Demonstrationsbetriebe dem der Vergleichsbetriebe gegenübergestellt wird, soll Hinweise dafür liefern, ob durch einen hohen Aufwand bei der Schaderregerüberwachung und bei bestmöglicher Beratung die Intensität des Pflanzenschutzes weiter gesenkt werden kann. Die Vergleichsbetriebe repräsentieren nämlich den „durchschnittlichen“ Hopfenpflanzer in der Hallertau bei der Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes. Aus der nachfolgenden Grafik ist ersichtlich, dass sich der BI der beiden Vergleichsgruppen kaum unterscheidet, soweit die geringe Anzahl der zugrunde liegenden Datensätze (Schläge) überhaupt einen statistisch abgesicherten Vergleich zulässt. Dies ist ein weiteres Indiz dafür, dass im Hopfenanbau auch in der Praxis der integrierte Pflanzenschutz weitgehend praktiziert wird und die PS-Behandlungen an das von Jahr zu Jahr unterschiedliche Schaderregeraufkommen angepasst werden.

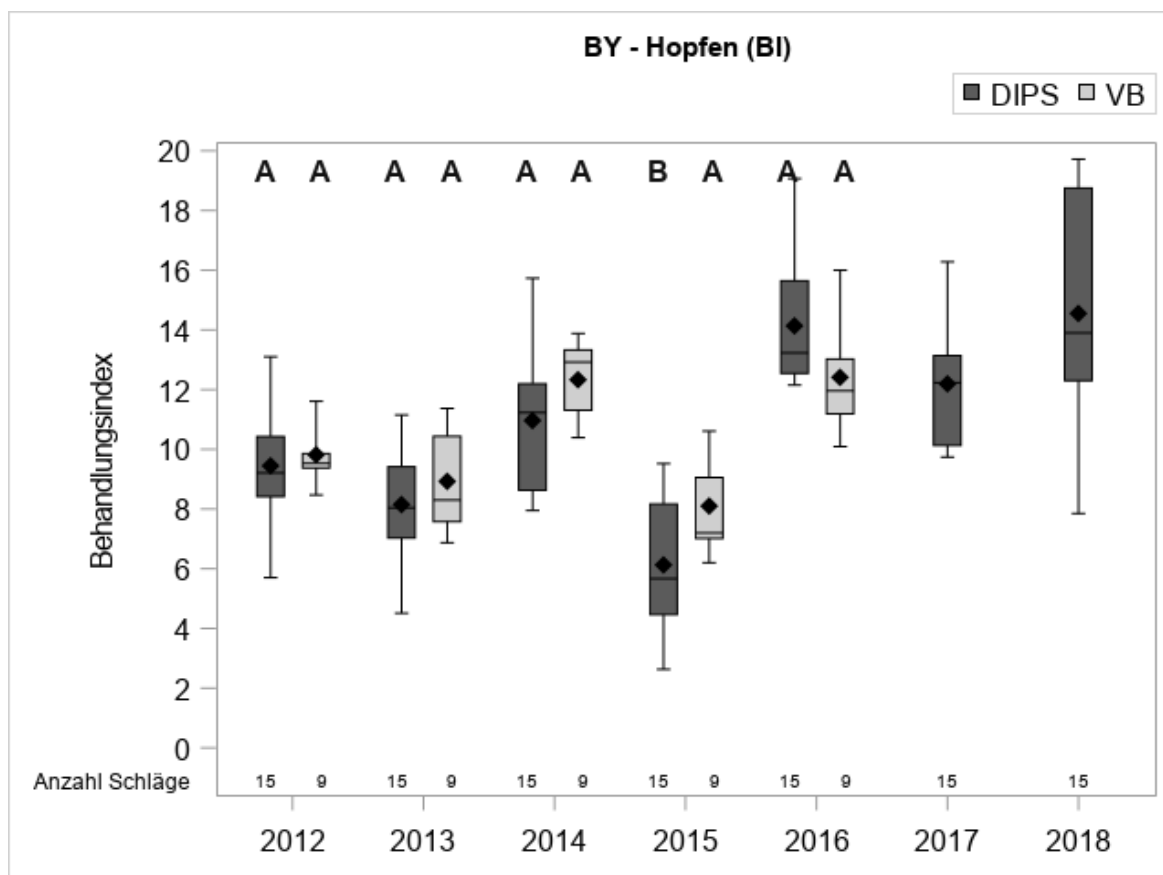


Abb. 5.3: Behandlungsintensitäten der Demonstrationsbetriebe (DIPS) und Vergleichsbetriebe (VB) im Hopfenbau (BI der VB für 2017 und 2018 liegt noch nicht vor)

### Aktionen und Highlights

Während der 5 jährigen Laufzeit des Modellvorhabens gab es verschiedene Aktionen und Highlights, die die Beachtung und überregionale Ausstrahlung des Demonstrationsvorhabens verdeutlichen und hier kurz erwähnt werden sollen:



- **Jährliche Arbeitstreffen der Demonstrationsbetriebe**

Zu Vegetationsbeginn kamen die Demonstrationsbetriebe mit den Projektbeteiligten jährlich im Haus des Hopfens zu einem Arbeitstreffen zusammen, bei dem aktuelle Informationen ausgetauscht wurden und verschiedene Aktionen für das bevorstehende Hopfenjahr geplant und erörtert wurden. Im Mittelpunkt standen dabei die Durchführung nicht-chemischer Maßnahmen und die Organisation und thematische Ausrichtung der Feldtage.

- **Fernsehbeitrag in „Unser Land“ im Bayerischen Fernsehen**

Da es das bundesweite Modellvorhaben „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz“ in Bayern nur im Hopfenbau gab, wurde das Bayerische Fernsehen bereits im ersten Projektjahr 2014 darauf aufmerksam und drehte für die Sendung „Unser Land“ einen mehrminütigen Beitrag dazu, der im September 2014 ausgestrahlt wurde.

- **Pflanzenschutzfachtagungen in 2015 und 2016**

Am Tag nach der Hopfen-Presserundfahrt zu Erntebeginn findet traditionell eine Pflanzenschutzfachtagung statt, bei der die Spitzenvertreter der Zulassungsbehörden, der Pflanzenschutzindustrie, der Hopfenorganisationen und Landesanstalt für Landwirtschaft aktuelle Probleme des Pflanzenschutzes diskutieren und Lösungsmöglichkeiten erörtern. In den Jahren 2015 und 2016 fand diese Tagung auf einem Demonstrationsbetrieb statt, mit der Möglichkeit das Modellvorhaben vor einem Fachpublikum präsentieren zu können.

- **Besuch eines Demonstrationsbetriebes durch Staatsminister Brunner im Jahr 2017**

Im Zuge der Ministerbereisung landwirtschaftlicher Betriebe in Bayern besuchte Staatsminister Brunner im Frühjahr 2017 einen Demonstrationsbetrieb und informierte sich die Möglichkeiten des integrierten Pflanzenschutzes im Hopfenanbau. Sein besonderes Interesse galt dem sensorgeteuerten Pflanzenschutzgerät zur Reihenbehandlung, das durch die automatische Abschaltung zwischen den Stöcken eine Pflanzenschutzmitteleinsparung von über 50 % gegenüber der durchgehenden Reihenbehandlung ermöglicht.



Abb. 5.4: Demonstration des sensorgesteuerten Pflanzenschutzgerätes zur Reihenbehandlung im Hopfen

- **Hof- bzw. Feldtage**

Zur Öffentlichkeitsarbeit und Demonstration des integrierten Pflanzenschutzes im Hopfenanbau wurde jährlich ein Hof- bzw. Feldtag abwechselnd auf einem der Demonstrationsbetriebe veranstaltet. Zu einem bestimmten Pflanzenschutzthema wurden den zahlreichen Besuchern und Hopfenpflanzern z. B. nicht-chemische Maßnahmen im Vergleich zu chemischen Behandlungen demonstriert oder innovative Techniken in Gruppen vorgestellt. Die Feldtage waren mit 100 – 250 Teilnehmern außerordentlich gut besucht und waren ein besonderes Highlight im Rahmen des Modellvorhabens.

*Tab. 5.3: Hof- bzw. Feldtage auf den Demonstrationsbetrieben*

<b>Datum</b>	<b>Demonstrationsbetrieb</b>	<b>Themen</b>	<b>Besucherszahl</b>
18.06.2015	Mehrl, Einthal	Hopfenputzen	250
23.07.2015	Obster, Buch	Spinnmilbenbekämpfung	200
27.05.2016	Kronthaler, Dietrichsdorf	Sensorgesteuerte Pflanzenschutztechnik, Einarbeitung von Zwischenfrüchten, Erosionsschutz	150
23.05.2017	Moser, Geibenstetten	Befüllen und Reinigen von Pflanzenschutzgeräten, Düsenteknik und Anwenderschutz	100
04.07.2018	Weingart, Mießling	Hopfenputzen	250

### **Fazit**

Mit dem Modellvorhaben „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz“ konnten der Bekanntheitsgrad des IPS im Hopfenanbau gesteigert und die Hopfenpflanzler für viele Themen des Pflanzenschutzes sensibilisiert werden. Insbesondere nicht-chemische Maßnahmen, soweit praktikabel und vorhanden, wurden demonstriert und fanden Beachtung, sind aber nur begrenzt einsetzbar und können den chemischen Pflanzenschutz vielfach nicht ersetzen. Das Vorhaben hat aber gezeigt, dass bei Beachtung der Schadschwellen und Warndiensthinweise der chemische Pflanzenschutz auf ein notwendiges Maß begrenzt werden kann und die Praxis die Pflanzenschutzmaßnahmen jährlich an das Schaderregeraufkommen anpasst. Die enormen Besucherzahlen und die hohe Akzeptanz der Hof- bzw. Feldtage bestätigt das große Interesse der Hopfenpflanzler an der Thematik und animiert zur Weiterführung der Feldtage auch nach Beendigung des Modellvorhabens.

### 5.3 Entwicklung optimaler Luftverteilersysteme bei Neukonstruktion eines für die Hopfentrocknung spezialisierten Bandrockners (ID 6055)

<b>Träger:</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ 5a)
<b>Finanzierung:</b>	Erzeugergemeinschaft HVG
<b>Projektleitung:</b>	J. Portner
<b>Bearbeitung:</b>	J. Münsterer
<b>Kooperation:</b>	HTCO GmbH, Freiburg, J. Satzl, Fa. Fuß C. Euringer
<b>Laufzeit:</b>	2014 - 2018

#### Ausgangssituation und Zielsetzung

Da in vielen Betrieben die Hopfentrocknung aufgrund stetig ansteigender Hopfenflächen meist einen Engpass darstellt, ist eine Erweiterung der Trocknungskapazitäten oft unabdingbar. Aufgrund vieler neuer Erkenntnisse aus Versuchen zur Optimierung der Bandrocknung und Erfahrungen aus der Praxis stellt die Trocknung des Hopfens in Bandrocknern inzwischen für manche Betriebe eine wirtschaftlich interessante Alternative gegenüber der Trocknung des Hopfens in Horden-Darren dar.

Anstatt eines Neubaus einer Hopfendarre entschieden sich in den letzten Jahren immer mehr Betriebe für die Anschaffung eines gebrauchten Bandrockners. Durch das begrenzte Angebot von gebrauchten Bandrocknern am Markt, werden sich künftig Anfragen nach neuen speziell für die Hopfentrocknung konzipierten Bandrocknern häufen.

Da die Luftverteilung für eine gleichmäßige Trocknung entscheidend ist, sollten durch eine erneute Strömungssimulation, ähnlich wie im Jahresbericht 2017 beschrieben, bisherige Luftverteilsysteme optimiert bzw. neu entwickelt werden. Hierzu sollen die Lufteinlässe in den Trockner so variiert werden, dass die Bänder auf denen der Hopfen transportiert wird, möglichst gleichmäßig angeströmt werden.

#### Methode

Zunächst wurde das Strömungsverhalten eines praxisüblichen Bandrockners von der Fachfirma für Strömungssimulationen HTCO GmbH aus Freiburg mit der Software CCM+ simuliert und dargestellt. Dies erfolgte anhand vorliegender Pläne, Skizzen und CAD-Daten. Bei dem herkömmlichen Praxistrockner wird in der Simulation die Trocknungsluft lediglich über seitliche Einlassöffnungen zwischen die Trocknungsbänder gedrückt. Hierbei kommt es vor allem bei höheren Luftgeschwindigkeiten sehr schnell zur bekannten „Löcherbildung“ und einer ungleichmäßigen Abtrocknung über die Breite des Trocknungsbandes. Auf Basis dieser Erkenntnisse über Luftströmung und Temperaturverteilung wurden verschiedene Luftverteilsysteme geprüft bzw. neu konstruiert.

Schließlich wurden zwei unterschiedliche Systeme ausgewählt, die sich für die Umsetzbarkeit in die Praxis als vielversprechendsten herausstellten. Diese sollten im Rahmen einer Strömungssimulation näher untersucht werden. In einer Variante sollte die Luftverteilung über eingebaute Modulkassetten, wie sie häufig in Bandrocknern für z. B. Gewürztrocknung eingebaut sind, erfolgen. Dabei wird die seitlich einströmende Luft in Bandlaufrichtung umgelenkt. Die zweite Variante war ein von Herrn Josef Satzl, Konstrukteur bei der Firma Fuß, entwickeltes und vorgeschlagenes Luftverteilsystem.

Hier wird die Trocknungsluft von den seitlichen Einströmöffnungen durch spitz zulaufende Lochblechreihen über die Bänder verteilt. Die Modulkassetten bzw. Lochblechreihen wurden zusätzlich mit geschlossener und mit luftdurchlässigen Abdeckungen simuliert. Der Einbau der Luftverteilsysteme ist jeweils zwischen den Trocknungsbändern in den jeweiligen Trocknungslagen vorgesehen.

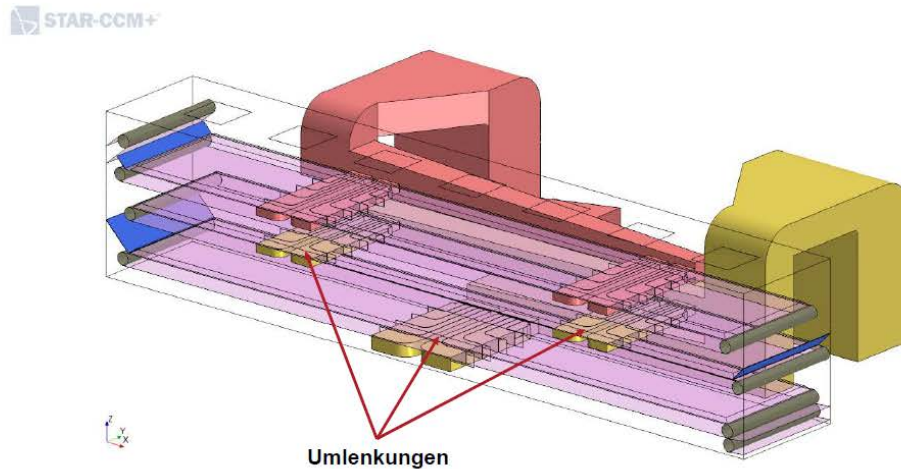


Abb. 5.5: Luftverteilung durch Modulkassetten

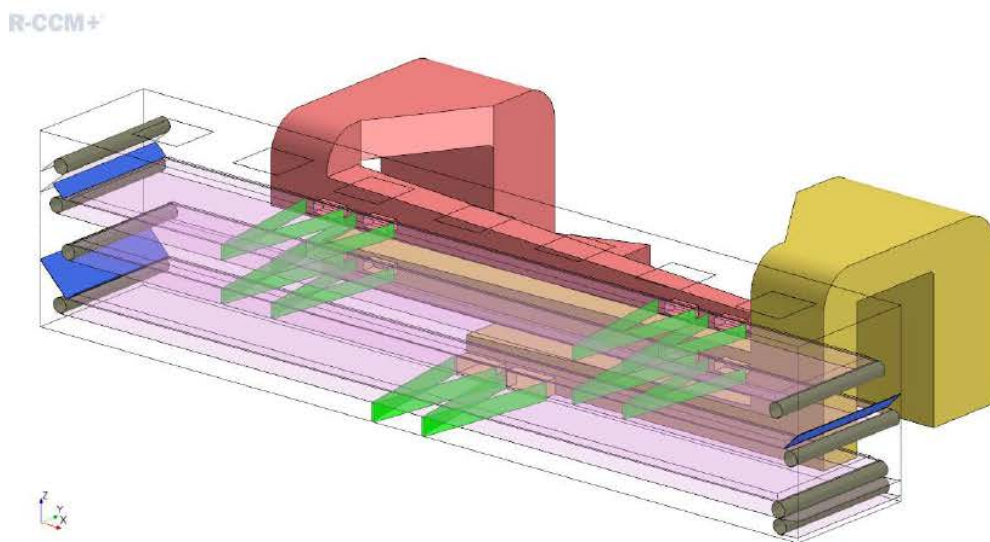


Abb. 5.6: Luftverteilung durch Lochblechreihen

### Ergebnis

Für verschiedene Luftgeschwindigkeiten und Strömungswiderstände des Hopfens wurden die vertikalen Luftgeschwindigkeiten beim Ein- und Ausströmen der Trocknungsluft durch den Hopfen auf allen Trocknungsbändern im Rahmen der Strömungssimulation berechnet und graphisch dargestellt. In den Abb. 5.7 bis Abb. 5.9 sind die Strömungsgeschwindigkeiten und die Gleichmäßigkeit der Luftgeschwindigkeiten über dem Hopfen auf dem oberen Trocknungsband von unterschiedlichen Varianten dargestellt.

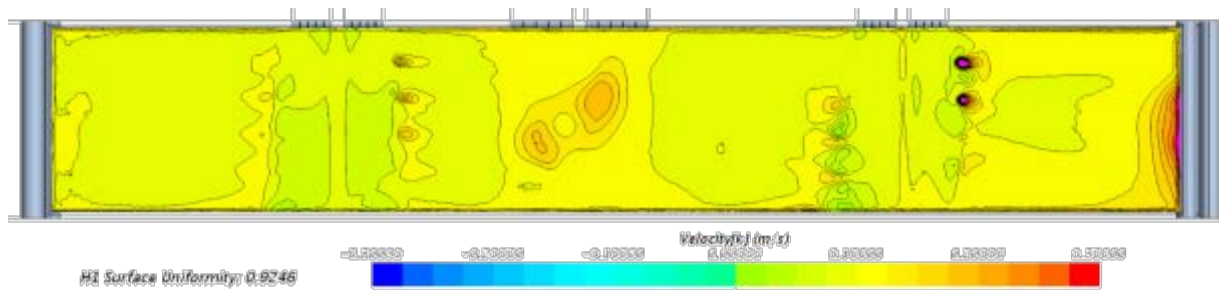


Abb. 5.7: Modulkassette mit geschlossener Abdeckung

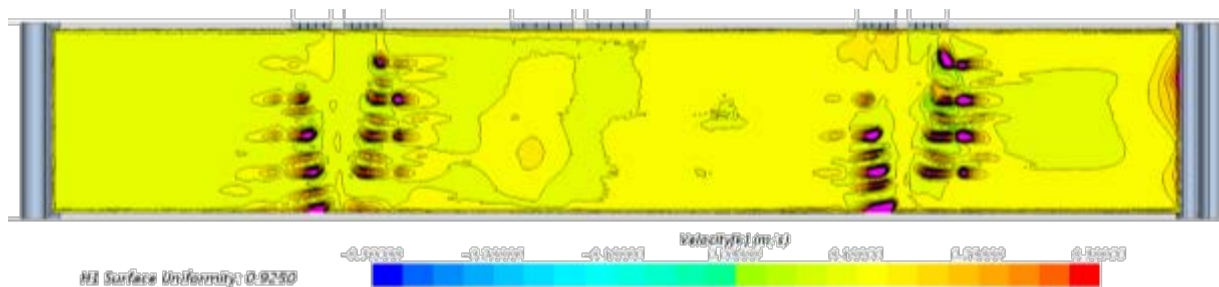


Abb. 5.8: Modulkassette mit Abdeckung durch Lochbleche

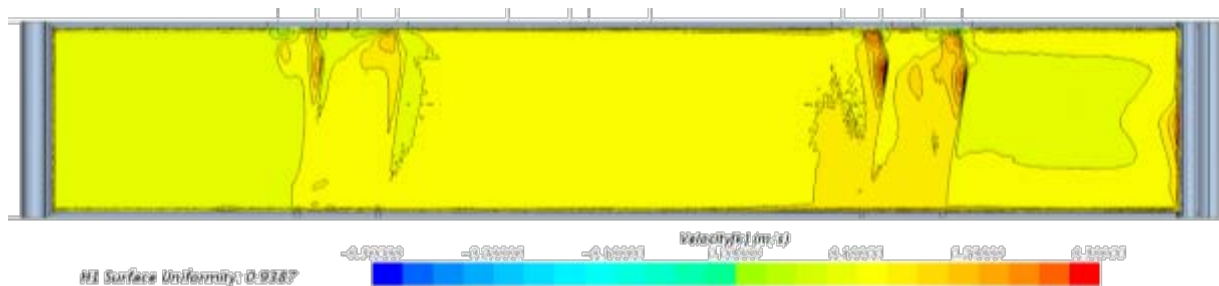


Abb. 5.9: Spitz zulaufende Lochblechreihen

In Abb. 5.8 ist sehr gut zu erkennen, dass die Abdeckung der Modulkassette mit Lochblechen die vertikalen Geschwindigkeiten direkt über den Umlenkungen stark erhöht, was die Geschwindigkeitsverteilung gegenüber einer geschlossenen Abdeckung insgesamt ungleichmäßiger macht. Bei dem Luftverteilsystem, in dem die seitlich einströmende Trocknungsluft durch spitz zulaufenden Lochblechreihen verteilt wird, errechnete sich im Rahmen der Strömungssimulation die gleichmäßigste Anströmung.

Da laut dem Strömungsphysiker Dr. Axel Müller beide simulierten Luftverteilsysteme - Modulkassette mit Umlenkungen des Luftstromes in Bandrichtung bzw. die spitz zulaufenden Lochblechreihen - eine gleichmäßige Luftverteilung erwarten lassen, hängt die Entscheidung zwischen beiden vor allem von der Durchführbarkeit der Konstruktion ab. Durch die Strömungssimulation wurden die bisher guten Ergebnisse von Modulkassetten als Luftverteilsystem in Bandtrocknern bestätigt. Ob eine Luftverteilung durch spitz zulaufende Lochblechreihen (Abb. 5.9) in der Praxis tatsächlich eine Verbesserung bzw. Alternative darstellt, kann erst nach deren Einbau und Betrieb in einen Bandtrockner beurteilt werden.

## **5.4 Verbesserung der Trocknungsabläufe durch gleichmäßige Temperatur- und Luftverteilung in Praxisdarren**

**Projektbearbeitung:** J. Münsterer

**Laufzeit:** 2016 – 2018

### **Ausgangssituation und Zielsetzung**

Aufgrund der Unterschiede in Doldengröße, Doldenform, Lupulingehalt, Spindelgröße und -beschaffenheit ist das Trocknungsverhalten der Hopfensorten sehr verschieden. Wird dies beachtet, lassen sich durch entsprechende Einstellung der Trocknungsparameter die Trocknungsabläufe weiter optimieren. Wichtig hierfür ist, dass die Temperatur und Luftgeschwindigkeit der anströmenden Trocknungsluft über die gesamte Darrfläche unter allen Horden gleichmäßig ist. Ansonsten kommt es sehr schnell zu einer ungleichmäßigen Trocknung.

Mit Hilfe von Data-Loggern können die Temperatur und relative Feuchte der Trocknungsluft während des Trocknungsprozesses aufgezeichnet werden. Anhand der Veränderung der aufgezeichneten Parameter können die Trocknungsabläufe beurteilt und Ursachen einer ungleichmäßigen Trocknung nachgewiesen bzw. aufgezeigt werden.

### **Methode**

In mehreren Praxisdarren wurden jeweils 12 Data-Logger eingebaut. Dadurch konnte bei definierten Einbaupunkten dokumentiert werden, wie sich die Temperatur und relative Feuchte der Trocknungsluft beim Durchströmen durch die einzelnen Trocknungslagen (Horden) verändert. 4 Data-Logger wurden im Luftverteilterraum über der Luftverteilung platziert. Die restlichen wurden in der linken und rechten Darrhälfte jeweils unterhalb der einzelnen Lagen angebracht. Durch die gewählte Anordnung konnte die Beschaffenheit die Trocknungsluft in der Auszugshorde, in der Mittelhorde und in der Aufschütthorde erfasst und die Gleichmäßigkeit der Trocknung verfolgt werden.

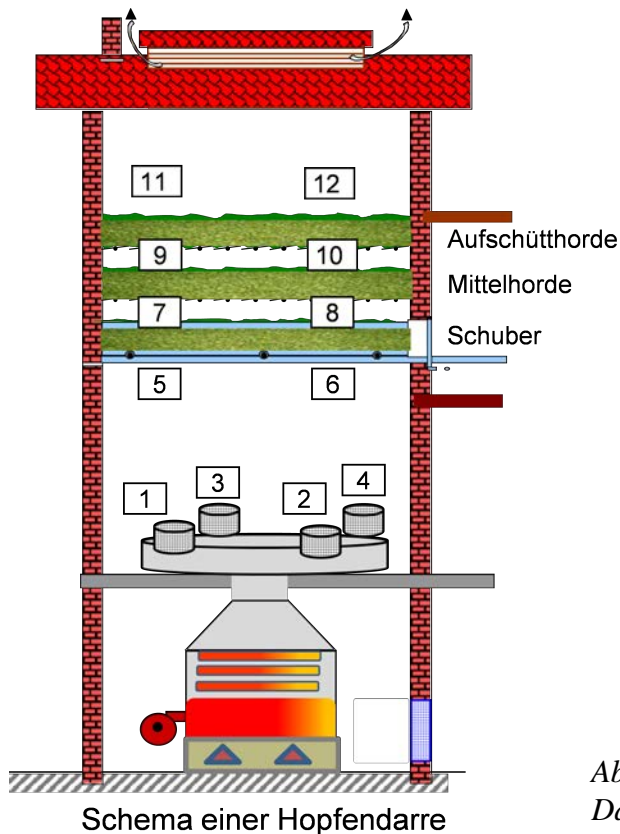


Abb. 5.10: Position der 12 eingebauten Data-Logger in Praxisdarren

## Ergebnis

Bei manchen Hopfendarren wurden im Luftverteilteraum Temperaturunterschiede bei der aus den Wärme- und Luftverteiltern ausströmenden Trocknungsluft von bis zu 10 °C festgestellt. Hingegen betrug bei einigen Darren die Temperaturdifferenz weniger als 2 °C. In den Abb. 5.11 und Abb. 5.12 sind die mit den Data-Loggern ermittelten Trocknungstemperaturen in zwei verschiedenen Praxisdarren mit gleichmäßiger und ungleichmäßiger Wärme- und Luftverteilung graphisch dargestellt. Dabei ist ersichtlich, wie sich im jeweils gleichen Zeitraum von 13<sup>00</sup> Uhr bis 17<sup>00</sup> Uhr die Trocknungstemperaturen vom Befüllen bis zum Entleeren in den jeweiligen Horden in der linken und rechten Darrhälfte verändern.

In der Darre mit der gleichmäßigen Wärme- und Luftverteilung (Abb. 5.11) sind kaum Temperaturunterschiede bei der aus dem Lufterhitzer ausströmenden Trocknungsluft erkennbar. Da hier der Hopfen innerhalb der jeweiligen Lagen mit annähernd gleicher Trocknungstemperatur angeströmt wurde, erfolgte die Trocknung über die gesamte Darrfläche sehr gleichmäßig. Zudem wird deutlich, dass sich die Trocknungstemperatur in der Auszughorde, in der Mittelhorde und in der Aufschütthorde nur in einem bestimmten Temperaturbereich bewegte und in der obersten Horde die 60 °C-Marke nicht überschritt.

Bei der Darre mit den bereits im Luftverteilteraum ungleichmäßigen Trocknungstemperaturen (Abb. 5.12) kam es zu einer ungleichmäßigen Trocknung zwischen der linken und rechten Darrhälfte. Zugleich wird hier deutlich, dass aufgrund der Ungleichmäßigkeit der Hopfen in der Mittelhorde und vor allem in der Aufschütthorde mit zu hohen Trocknungstemperaturen und in einem zu großen Temperaturbereich getrocknet wurde.

Damit eine gleichmäßige Trocknung und optimale Trocknungsleistungen erreicht werden, ist auf eine gleichmäßige Temperatur- und Luftverteilung in der Darre zu achten und innerhalb der Trocknungsabschnitte (Horden) muss ein bestimmter Temperaturbereich eingehalten werden.

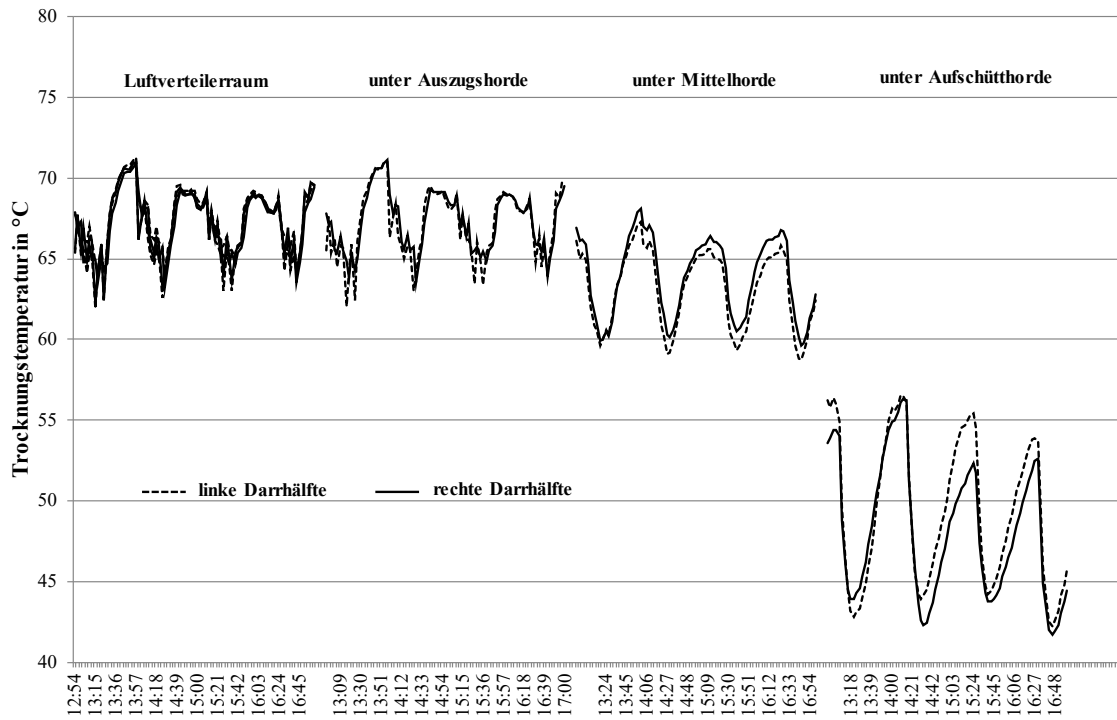


Abb. 5.11: Trocknungstemperaturen beim Einströmen in die unterschiedlichen Trocknungslagen bei einer gleichmäßigen Wärme- und Luftverteilung

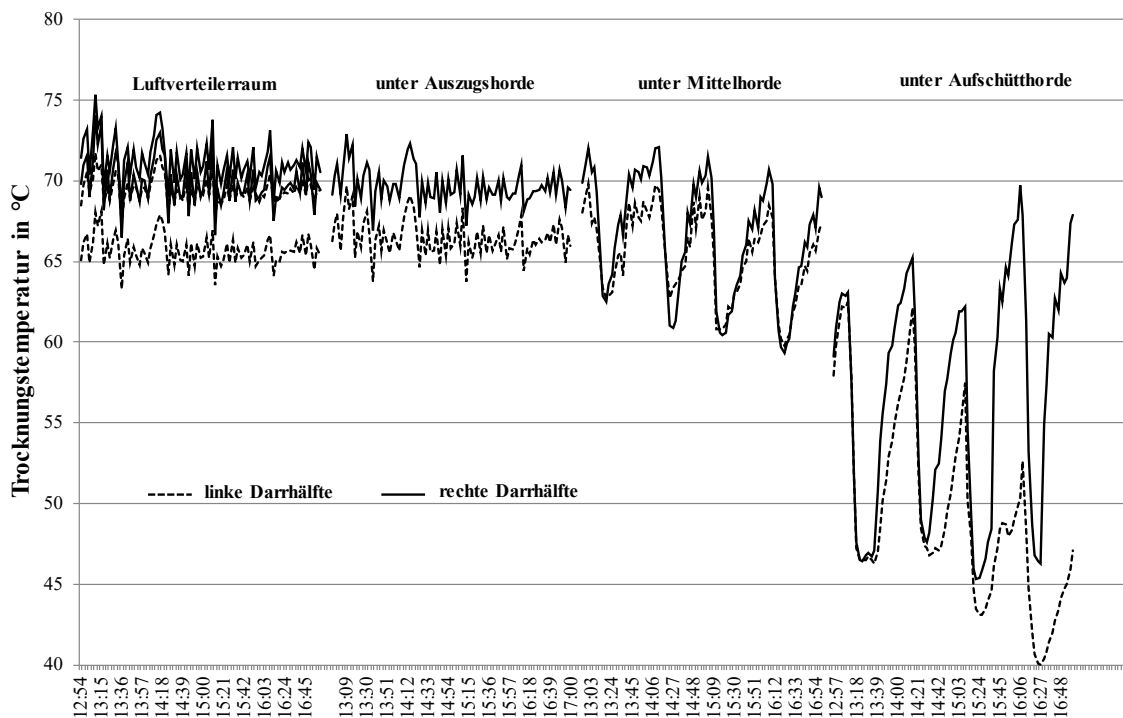


Abb. 5.12: Trocknungstemperaturen beim Einströmen in die unterschiedlichen Trocknungslagen bei einer ungleichmäßigen Wärme- und Luftverteilung



## 5.5 Verfügbarkeit von Stickstoff aus Hopfenrebenhäcksel für Weidelgras im Gefäßversuch

<b>Bearbeitung:</b>	J. Stampfl, S. Gschlößl (Bachelorarbeit)
<b>Kooperation:</b>	Dr. S. von Tucher, Lehrstuhl für Pflanzenernährung, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, TU München Dr. T. Ebertseder, Fakultät Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
<b>Laufzeit:</b>	September 2017 - März 2018

### Ziel

Jährlich fallen in der Hallertau etwa 230 000 t Rebhäcksel bei der stationären Hopfenernte an. Etwa 80 % davon werden derzeit im Herbst bis zum 15. Oktober (Sperrfrist) wieder auf die Hopfenflächen oder auf Ackerland ausgefahren. Je nach Sorte und Ertragsniveau werden damit 80-100 kg N/ha (Gesamt-N) auf die Flächen zurück gebracht. Es stellt sich die Frage, wann der im Hopfenrebenhäcksel enthaltene Stickstoff mineralisiert wird und ob durch die Ausbringung im Herbst ein erhöhtes Risiko für N-Austräge in andere Ökosysteme besteht. Um das Umsetzungsverhalten des im Rebhäcksel enthaltenen Stickstoffs zu untersuchen, wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit an der TU München ein umfangreicher Gefäßversuch mit Deutschem Weidelgras angelegt.

### Methodik

Der Gefäßversuch wurde in einem Gewächshaus an der Versuchsstation Dürnast der TU München durchgeführt. Um das Mineralisationsverhalten des im Rebhäcksel enthaltenen Stickstoffs zu verstehen, wurde frisches Rebhäcksel und 3 Wochen abgelagertes Rebhäcksel mit einer Kontrolle, 3 Mineraldüngervarianten und 3 weiteren organischen Substraten (Biogasgärrest flüssig, Biogasgärrest fest, Ölrettich) verglichen. Das auf einer Miete abgelagerte Rebhäcksel wurde in 3 Schichten gegliedert (Außen, Mitte, Innen), da das Material, abhängig von der Position in der Miete, unterschiedlich stark verrottet war. Die 11 Varianten wurden vierfach wiederholt in Gefäßen mit Deutschem Weidelgras angelegt, um die Stickstofffreisetzung anhand des Biomasseaufwuchses des Weidelgrases zu erfassen. Zusätzlich wurden die Dünger zweifach wiederholt in unbepflanzte Gefäße gegeben, um die N-Mineralisierung mittels  $N_{\min}$ -Untersuchungen festzustellen.

Auf Basis des Nt-Gehalts (Gesamt-N) in der Frischmasse der verschiedenen Substrate wurden über die organischen Dünger in jeden Topf 1,2 g N ausgebracht. Hinsichtlich der Gesamt-N-Menge sind diese gleichzusetzen mit der am höchsten gedüngten Mineraldüngervariante (1,2). Die beiden weiteren mineralisch gedüngten Varianten wurden mit 0,6 g N und 0,3 g N gedüngt. Bei der Kontrollvariante wurde kein Stickstoff ausgebracht (Abb. 5.13 und Abb. 5.14).

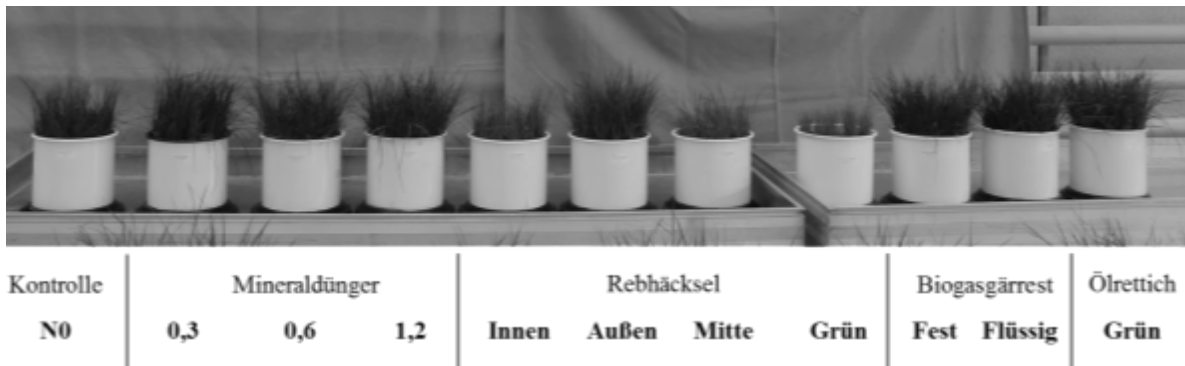


Abb. 5.13: Aufwuchs 5 Wochen nach Aussaat vor dem 1. Schnitt

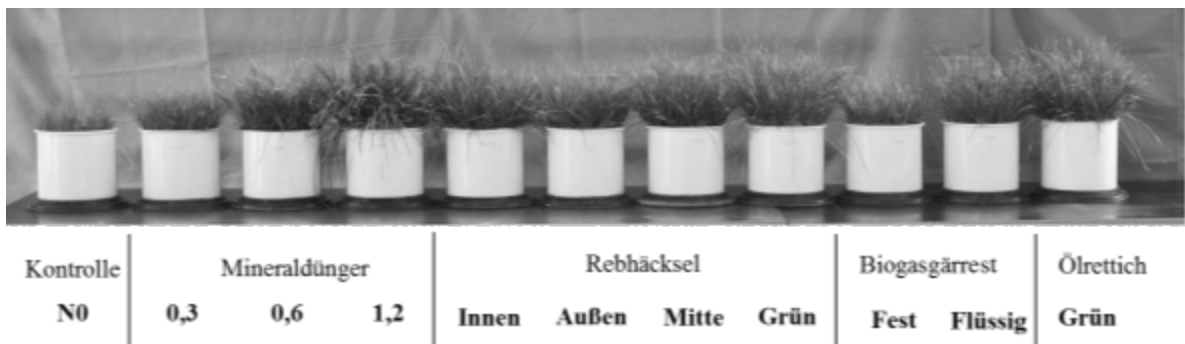


Abb. 5.14: Aufwuchs 15 Wochen nach Aussaat vor dem 3. Schnitt

Um den Biomasseaufwuchs und die Stickstoffaufnahme der bepflanzen Varianten zu bestimmen wurde 5, 10, 15, 24 und 31 Wochen nach der Aussaat der Aufwuchs geschnitten und anschließend folgende Parameter bestimmt:

- TM-Ertrag in g/Gefäß
- N-Gehalt in % der TM
- N-Aufnahme in mg/Gefäß
- Netto-N-Aufnahme in mg/Gefäß
- Netto-N-Ausnutzung in % der Düngemenge

Vor jedem Schnitftermin wurden Bilder aller Varianten und Wiederholungen gemacht.

Die Gefäße ohne Weidelgras wurden in einem etwas engeren Rhythmus auf den  $N_{\min}$ -Gehalt des Bodens untersucht.

## Ergebnisse

### Düngewirkung: Gefäße mit Deutschem Weidelgras

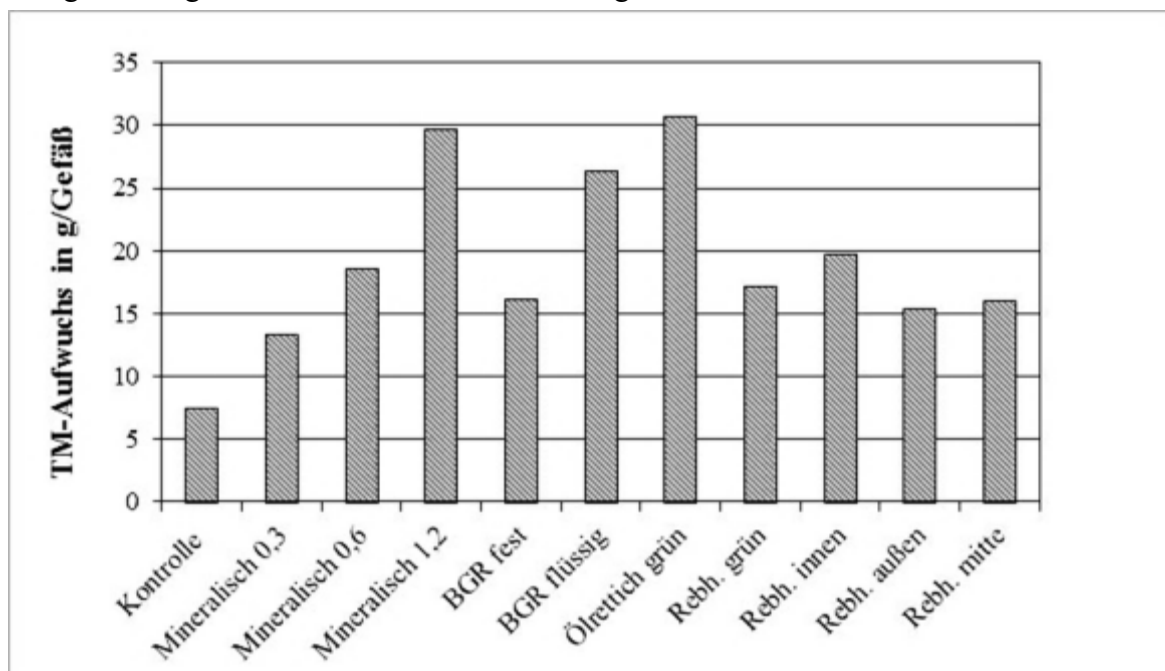


Abb. 5.15: Trockenmasse-Aufwuchs in g / Gefäß

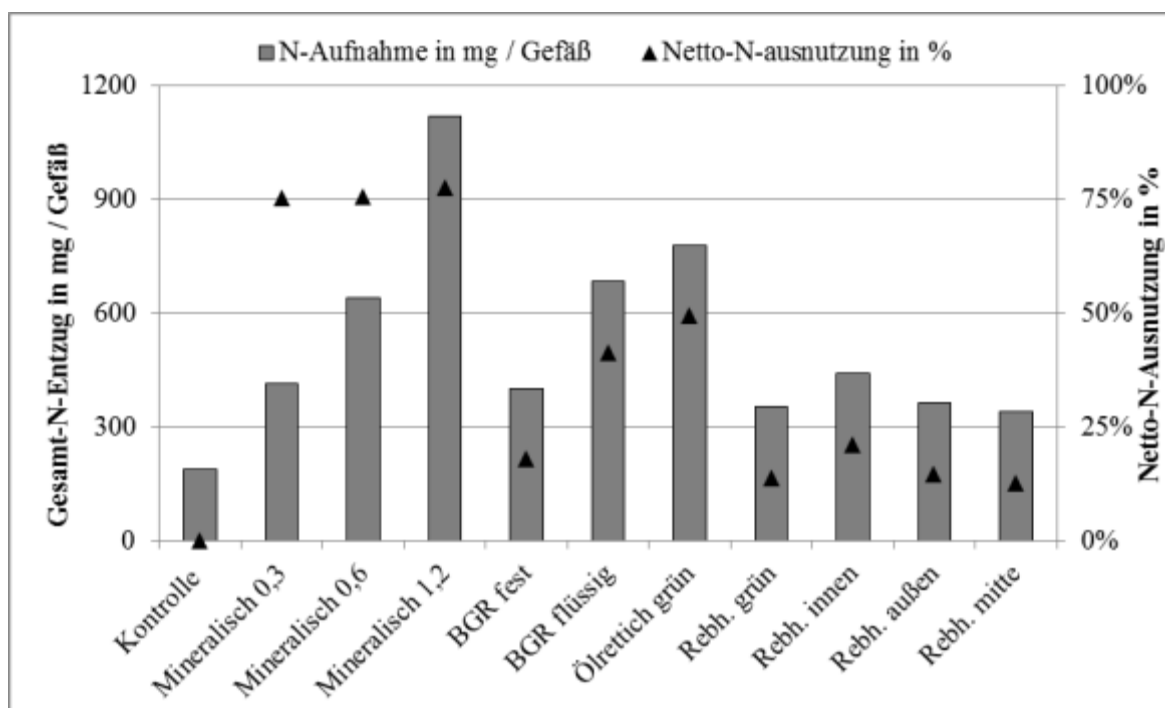


Abb. 5.16: Gesamt-N-Entzug in mg / Gefäß und Netto-N-Ausnutzung in %

Wie Abb. 5.15 entnommen werden kann, liefern die Mineraldüngung (1,2 g N), der Ölrettich und die flüssigen Biogassärreste die höchsten Trockenmasseerträge mit der höchsten N-Aufnahme. Im Vergleich zur Mineraldüngung (1,2 g N), erreichen die Varianten mit Rebhäcksel nur die Hälfte des Trockenmasseertrages und nur etwa ein Drittel der Stickstoffaufnahme (Abb. 5.16).

So kommt die beste Rebenhäckselvariante auf eine Netto-N-Ausnutzung von 21 % im Vergleich zur mineralisch gedüngten Variante mit der gleichen Menge an Stickstoff im Gefäß mit 78 %. Dies lässt auf eine geringe Stickstoffdüngewirkung der Rebenhäcksel innerhalb der ersten 31 Wochen nach der Ausbringung schließen. Im Vergleich der verschiedenen Rebenhäckselvarianten zeigt das abgelagerte Material der inneren Schicht der Miete die beste Düngewirkung.

#### Stickstofffreisetzung: Gefäße ohne Deutschem Weidelgras

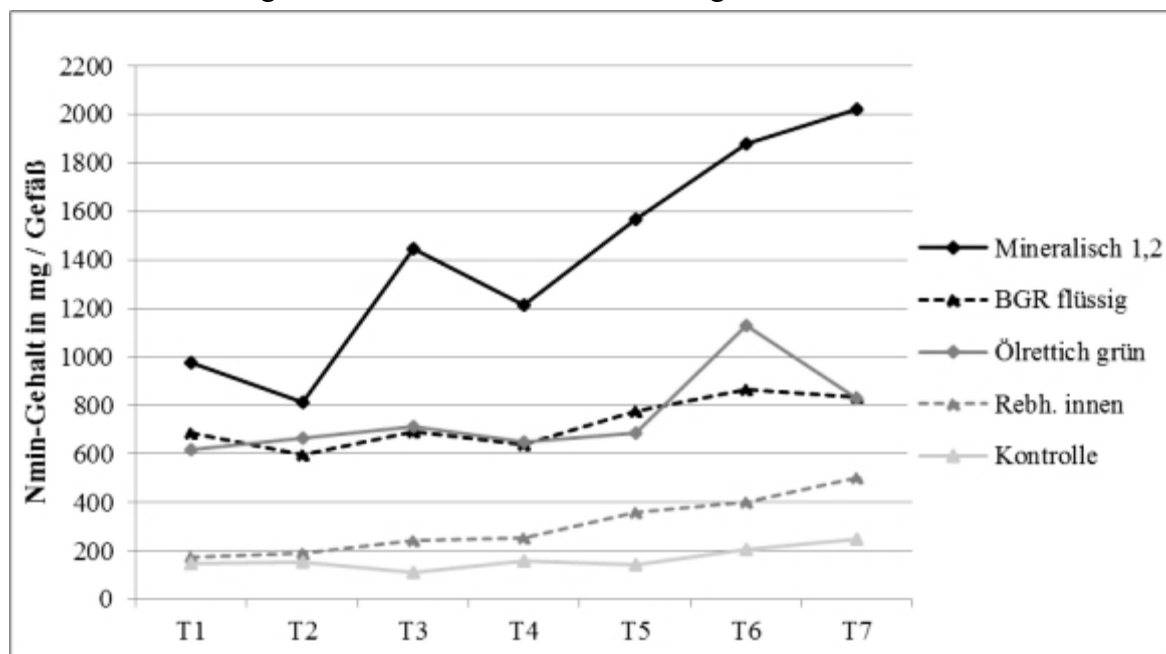


Abb. 5.17: Verlauf  $N_{min}$ -Gehalte von 5 Varianten

Die Varianten mit hoher Stickstoffausnutzung weisen auch um ein Vielfaches höhere  $N_{min}$ -Gehalte und eine deutlich höhere Stickstofffreisetzung im Boden auf (Abb. 5.17). Der Stickstoffdüngbedarf von Ackerkulturen, aber auch von Zwischenfrüchten im Hopfen ist im Herbst sehr gering. Mineralisierter Stickstoff kann vom Pflanzenbestand kaum verwertet werden. Organische Dünger mit einer schnellen N-Freisetzung stellen somit ein erhöhtes Risiko für die Nitratauswaschung dar.

Bei der Ausbringung von Rebenhäcksel wurde der darin enthaltene Stickstoff nur zu einem sehr geringen Anteil mineralisiert. Sowohl die N-Entzüge, als auch der Verlauf des  $N_{min}$ -Gehaltes verdeutlichen, dass das Mineralisationsverhalten und die N-Düngewirkung von Hopfenrebenhäcksel nicht mit Biogasgärresten oder schnell umsetzbarer org. Substrate (z. B. Ölrettich) vergleichbar sind.

#### Ausblick

Die Untersuchungen fanden im Gewächshaus unter anderen Vegetationsbedingungen mit regelmäßigen Wassergaben und höheren Temperaturen statt, als während des Zeitraums nach der Ausbringung von Rebenhäcksel im Herbst herrschen. Weiterführende Untersuchungen zum Umsetzungsverhalten des im Hopfenrebenhäcksel enthaltenen Stickstoffs sollten in Feldversuchen im Freiland unter Praxisbedingungen erfolgen.

Die Erkenntnisse über das Verhalten der Rebenhäcksel im Boden im Vergleich zu anderen organischen oder mineralischen Düngern bilden jedoch eine gute Wissensgrundlage für weiterführende, mehrjährige Feldversuche.

## 5.6 Methoden zur Feststellung des Stickstoffernährungszustandes im Hopfen

<b>Bearbeitung:</b>	J. Stampfl, A. Schlagenhauer (Bachelorarbeit)
<b>Kooperation:</b>	Dr. S. von Tucher, Lehrstuhl für Pflanzenernährung, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, TU München
<b>Laufzeit:</b>	Mai 2017 - September 2018

### Ziel

Eine bedarfsgerechte und an den Witterungsverlauf angepasste Düngung ist nicht nur der Umwelt, sondern auch dem Landwirt in ökonomischer und ökologischer Hinsicht dienlich. Eine zu hohe Stickstoffdüngung führt einerseits zu Ertragseinbußen, andererseits zu einer höheren Krankheitsanfälligkeit der Hopfenpflanze. Aufgrund der aktuellen Problematik in mitteleuropäischen Anbaugebieten durch die *Verticillium*-Welke, die durch hohe Stickstoffgaben gefördert wird, ist eine pflanzengerechte N-Düngung essenziell. Um die optimale Versorgung der Pflanze unter Berücksichtigung von Umweltaspekten sicherzustellen, wurden weltweit bereits verschiedene Modelle und Messmethoden entwickelt, damit im Verlauf der Vegetation die Düngung aufgrund von Witterung, Pflanzenentwicklung und Produktionstechnik angepasst werden kann. Die Praxistauglichkeit solcher Methoden steht dabei im Vordergrund. Wie bereits im Getreide, wäre auch im Hopfen die Anwendung solcher Hilfsmittel zur Optimierung der Düngung sinnvoll.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurden SPAD-Werte, Nitratgehalte im Presssaft der Blattstiele und Stickstoffgehalte von Blattspreiten auf die Eignung zur Feststellung des Ernährungszustandes im Hopfen untersucht. Dabei wurden die Proben aus den Parzellen eines Stickstoffsteigerungsversuches mit 6 verschiedenen Düngenniveaus entnommen.

### Methodik

Die Messungen erfolgten auf vier Versuchsflächen von Praxisbetrieben, die der Landesanstalt für Landwirtschaft für ein breit angelegtes Projekt zur Untersuchung von Nährstoffeffizienz und Fertigation im Hopfen zur Verfügung gestellt wurden. Dabei liegen alle Flächen zentral in der Hallertau zwischen den beiden Gemeinden Wolnzach und Geisenfeld. Die Hopfengärten mit den Sorten Perle und Herkules unterscheiden sich nicht wesentlich hinsichtlich der vorherrschenden Bodenart.

Gemessen wurde der Chlorophyllgehalt der Blätter vor Ort mithilfe eines SPAD-Meters des Typs SPAD 502 Plus Chlorophyll Meter. Analysiert wurden des Weiteren der Nitratgehalt der jeweiligen Blattstiele mithilfe eines Schnelltests reflektometrisch nach Reduktion zu Nitrit und Anfärbung (Abb. 5.19). Des Weiteren wurde der Stickstoffgehalt (in % der TM) der zugehörigen Blattspreiten als sichere Bezugsgröße mit der Verbrennungsmethode nach Dumas festgestellt.

Zu jedem Termin wurde je eine Mischprobe aus 15 Blättern pro Parzelle genommen. So wurden pro Parzelle 15 Blätter mit dem SPAD-Meter auf den Chlorophyllgehalt untersucht und danach die jeweiligen Blattstängel auf Nitrat und die dazugehörigen Blattspreiten auf Stickstoffgehalt beprobt. Die Messungen wurden ab Mitte Juni bis kurz vor der Ernte in einem ein- bis zweiwöchigem Rhythmus erhoben.

Äußerst wichtig bei der Probennahme war die Wahl der Blätter. Kriterien für die Auswahl eines Blattes waren vor allem die Blattgesundheit und die Position im Bestand. Um ein objektives Abbild des Bestandes zu erhalten, wurden nur Blätter in einer Höhe von 1,50 m bis 2,00 m beprobt.

Dabei wurden die Blätter nur von Hopfenpflanzen mit den üblichen 2 Aufleitungen genommen. Gleichzeitig wurden nur Blätter von einem Trieb der 2 Hauptaufleitungen entnommen. So wurde gleiches Alter der beprobten Blätter gewährleistet. Ausschließlich gesunde und unbeschädigte Blätter wurden ausgewählt, um bei der SPAD-Werterfassung keine fehlerhaften Messungen durch farbliche Veränderungen des Blattes zu erhalten, die nicht auf die Stickstoffversorgung beziehungsweise den Chlorophyllgehalt zurückzuführen sind. Bei der Chlorophyllmessung der Blätter war nicht nur die Position im Bestand ausschlaggebend, sondern auch die Position auf dem Blatt. Der Messpunkt auf dem Blatt wurde so festgelegt, dass nur der mittlere Lappen der 5-lappigen Hopfenblätter bemessen wurde. Hier wurde lediglich neben der Blattader, die den Lappen in der Mitte teilt, gemessen (Abb. 5.18), um nicht durch die helleren Blattadern fehlerhafte Messungen zu erhalten. Das SPAD-Meter ermittelt den Chlorophyllgehalt mittels Lichttransmissionsverhalten der Blätter im roten und blauen Wellenlängenbereich.



Abb. 5.18: Ort der SPAD-Wert-Messung



Abb. 5.19: Abschnitt auf dem Blattstiel, Nitratgehalts-Bestimmung

## Ergebnisse

Bei der Auswertung der Messergebnisse wurden zum einen die Kurvenverläufe der drei Messmethoden über alle Termine und Varianten hinweg grafisch dargestellt und anschließend geprüft ob zu den einzelnen Terminen statistisch signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Düngevarianten festgestellt werden konnten. Zum zweiten wurde die Korrelation von SPAD-Werten und Nitratgehalte des Blattstielpresssaftes zu den tatsächlich gemessenen Stickstoffgehalten der Blattspreiten mithilfe eines linearen Regressionsmodells untersucht.

### Unterschiede zwischen den Varianten:

Je nach Standort und Bodenstickstoffnachlieferung konnten statistisch signifikante Unterschiede festgestellt werden. An Standorten, bei denen die niedrig gedüngten Varianten keinen Mangel an Stickstoff aufwiesen, da die Nachlieferung aus dem Boden sehr hoch war, konnten meist keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden. An Standorten mit geringer Stickstoffnachlieferung konnten beide Schnelltestverfahren Unterschiede in der N-Versorgung der Pflanzen messen (Abb. 5.20 und Abb. 5.21). Die Kurvenverläufe im Vergleich der beiden Methoden sind sehr verschieden, da der Stickstoff, den die Pflanze aufnimmt, als Nitrat im Presssaft früher identifiziert werden kann als bei der SPAD-Wert-Messung. Wie in Abb. 5.20 und Abb. 5.21 zu erkennen ist, lieferten sowohl die SPAD-Meter-Werte als auch die Nitratgehalte im Presssaft bei den höher gedüngten Varianten stets die höheren Messwerte. Leider konnte aufgrund der Tatsache, dass teilweise nur zweifach wiederholt beprobt werden konnte, nicht immer ein signifikanter Unterschied der Varianten festgestellt werden.

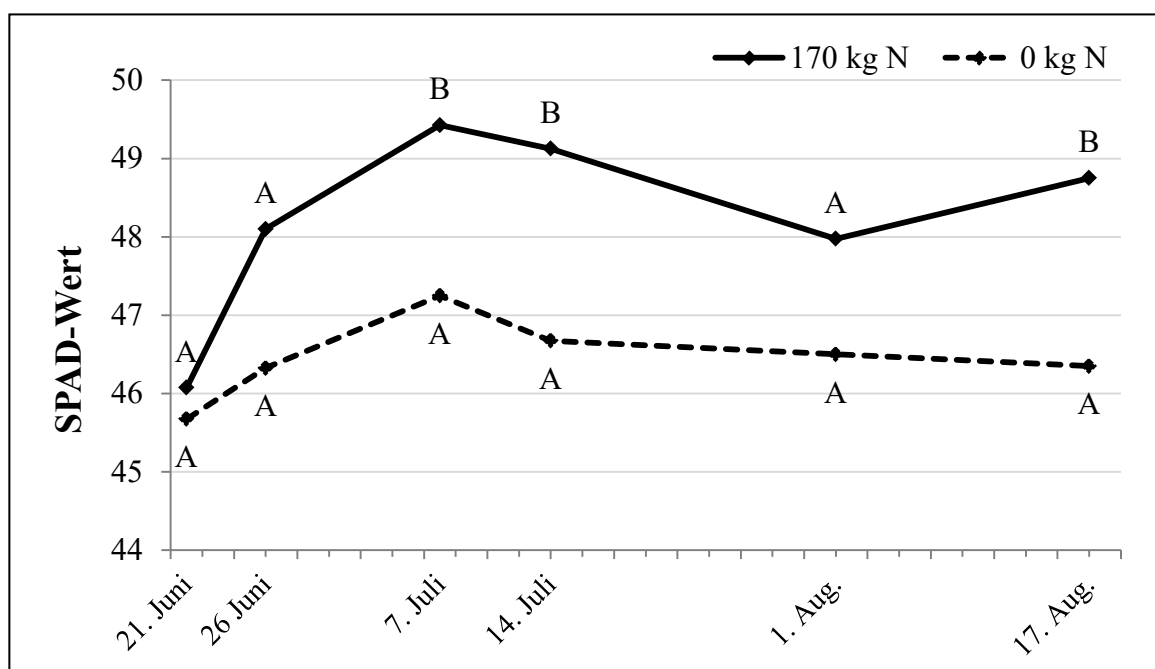


Abb. 5.20: SPAD-Wert der Blätter von Hopfen im Jahresverlauf nach unterschiedlicher N-Düngung, Sorte Perle. Unterschiedliche Großbuchstaben zeigen statistisch signifikante Unterschiede der Werte innerhalb eines Messtermins.

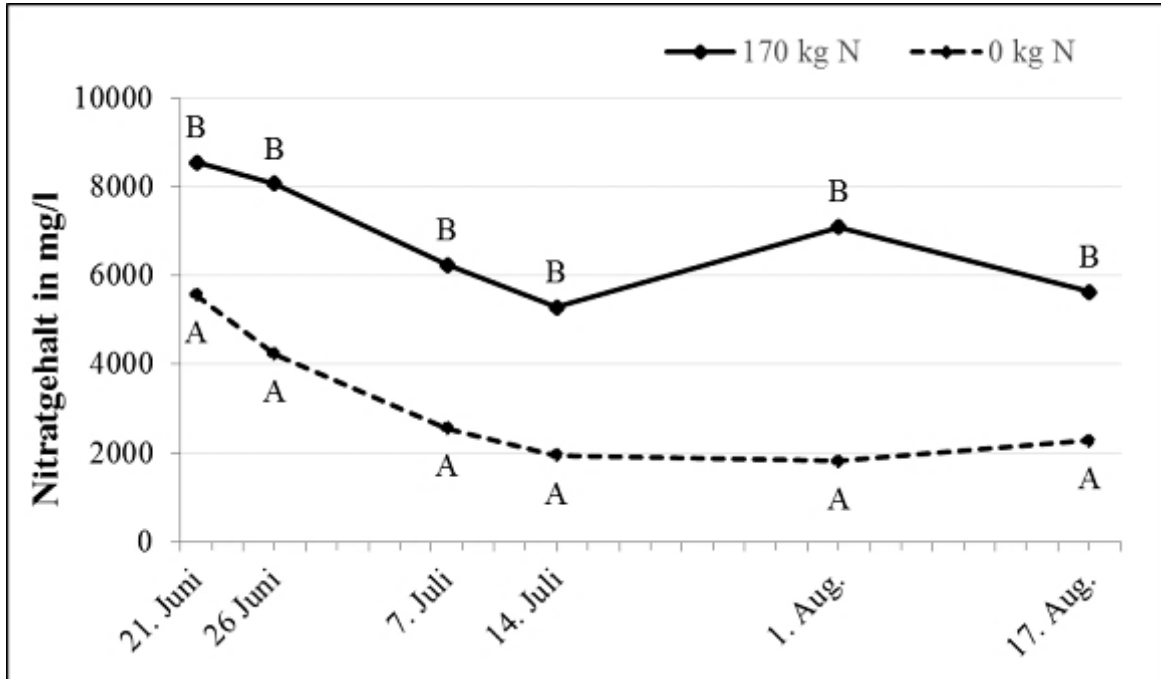


Abb. 5.21: Nitratgehalt im Blattstielpresssaft von Hopfen im Jahresverlauf nach unterschiedlicher N-Düngung, Sorte Perle. Unterschiedliche Großbuchstaben zeigen statistisch signifikante Unterschiede der Werte innerhalb eines Messtermins

In Abb. 5.22 sind die tatsächlich gemessenen Gesamt-N-Gehalte in der Blattspreite dargestellt. Wie auch in anderen Kulturen ist hier ein deutlicher Verdünnungseffekt während des Vegetationsverlaufs festzustellen, da der Biomassezuwachs während der Sommermonate deutlich höher als die Stickstoffaufnahme rate ist.

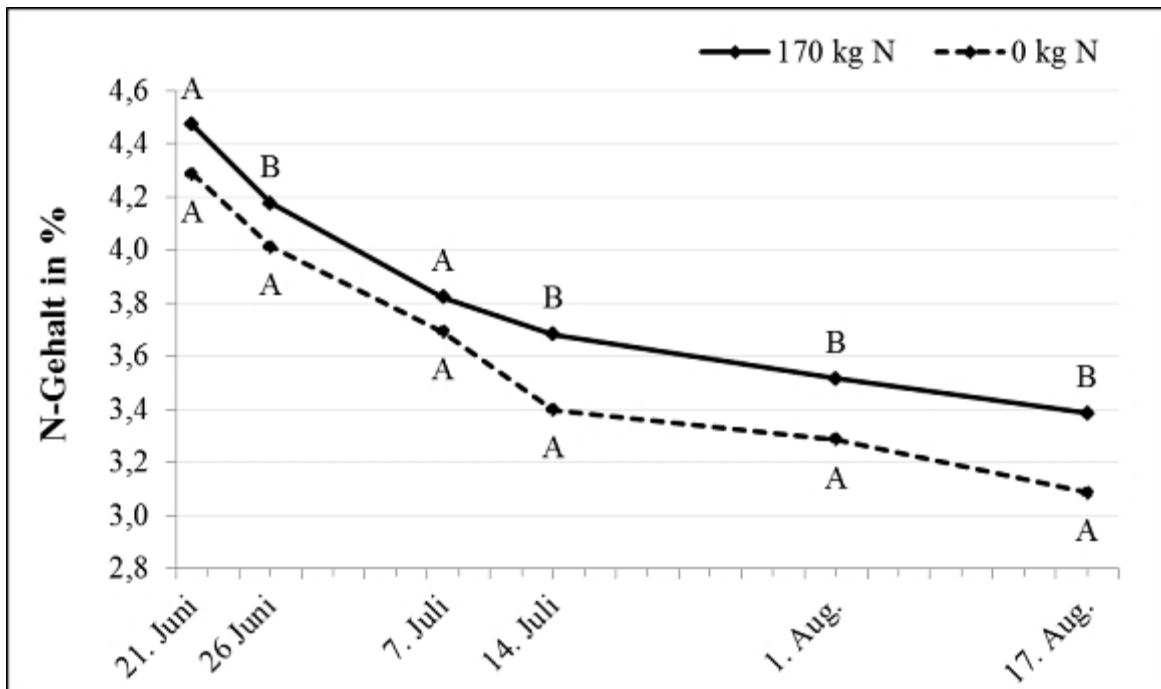


Abb. 5.22: N-Gehalt der Blattspreite von Hopfen im Jahresverlauf nach unterschiedlicher N-Düngung, Sorte Perle. Unterschiedliche Großbuchstaben zeigen statistisch signifikante Unterschiede der Werte innerhalb eines Messtermins



### Korrelation der Schnelltestmethoden zum Gesamt-N-Gehalt der Blattspreite:

Um die Richtigkeit der beiden Schnelltests festzustellen, wurde mithilfe eines linearen Regressionsmodells die Beziehung der SPAD-Werte und Nitrat-Gehalte zu den Gesamt-N-Gehalten überprüft.

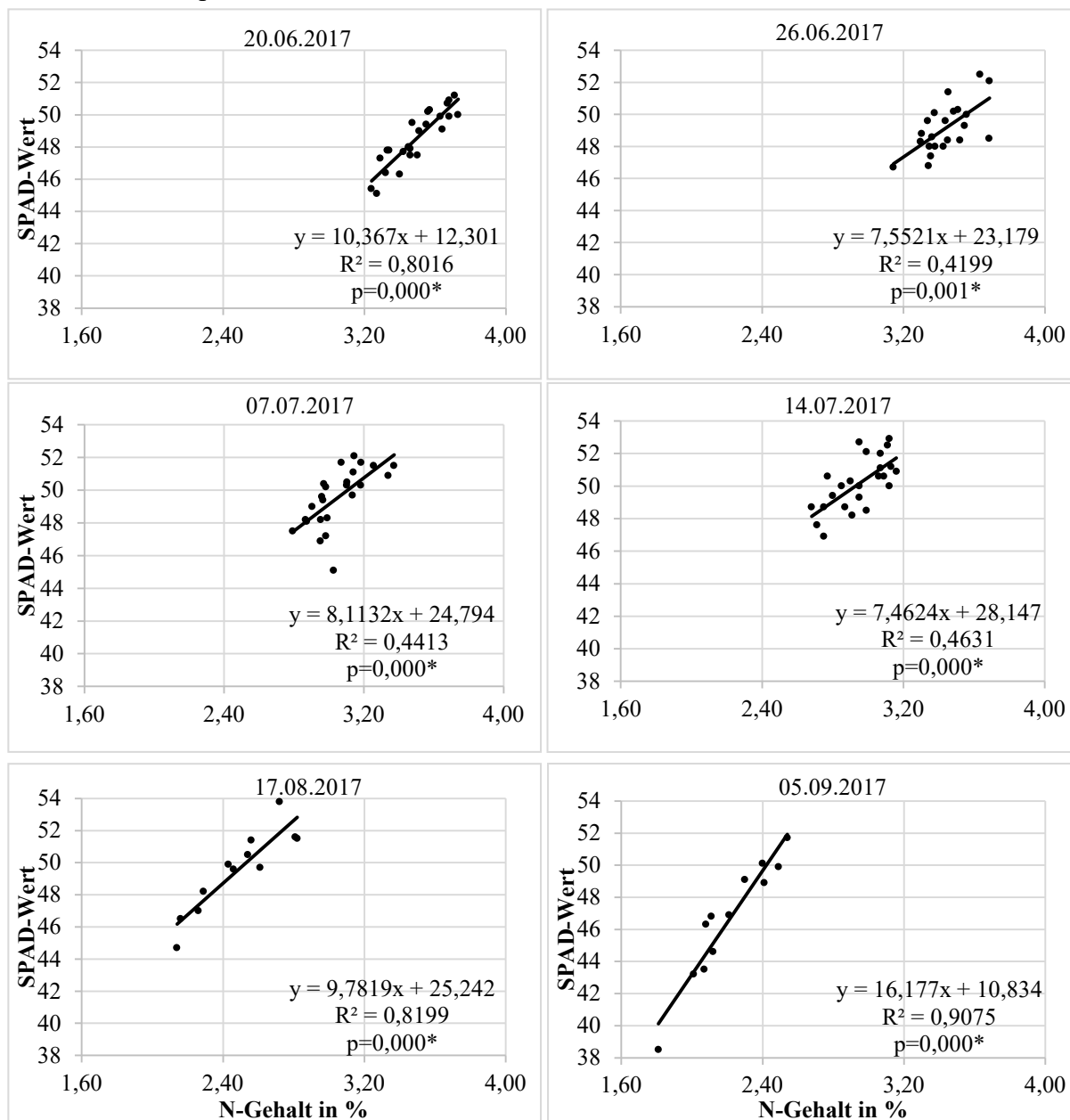


Abb. 5.23: Beziehung zwischen dem Gesamt-N-Gehalt und dem SPAD-Wert der Blattspreiten von Hopfen, Sorte Herkules, 6 Termine

Wie in Abb. 5.23 zu sehen ist, konnten sehr enge Beziehungen zwischen SPAD-Wert und N-Gehalt der Blattspreiten festgestellt werden. Mit Bestimmtheitsmaßen von bis zu  $R^2 = 0,91$  war die Korrelation zwischen SPAD und N-Gehalt statistisch signifikant. Anders verhält sich die Beziehung vom Nitrat-Gehalt des Presssaftes zu dem N-Gehalt. Hier konnten keine signifikanten Korrelationen festgestellt werden.

## **Fazit**

### SPAD:

Der große Vorteil des SPAD-Meters ist die unkomplizierte Handhabung sowie die schnelle, günstige und bestandsschonende Erhebung von Daten. Dennoch ist aufgrund der Heterogenität der einzelnen Hopfenpflanzen im Bestand und der nicht so exakt definierbaren Auswahl der beprobten Blätter die Probennahme deutlich kritischer als auf homogenen Getreideflächen. Zudem kommen die Einflussfaktoren Sorte und Witterungs- bzw. Wachstumsverlauf hinzu. Trotz der oben genannten Gründe konnten sehr gute Ergebnisse in den verschiedenen Düngevarianten mit verschiedenen Sorten und Standorten erzielt werden. In fast allen Versuchen lieferten die ungedüngten Varianten die niedrigsten und die Varianten mit der laut DSN empfohlenen Menge an Stickstoff die höchsten SPAD-Werte und unterschieden sich dabei bei Betrieb 1 und 2 zu den einzelnen Terminen signifikant. Aber nicht nur die Menge der Stickstoffgaben, sondern auch die Unterschiede aufgrund des Zeitpunkts der Stickstoffgabe konnten mit den SPAD-Werten identifiziert werden. Im Allgemeinen ließen sich auch Unterschiede zwischen den Sorten erkennen, wobei in beiden Versuchen die Sorte „Herkules“ deutlich höhere SPAD-Werte lieferte als die der Sorte „Perle“. Es lässt sich somit sagen, dass es für den Hopfen nicht den optimalen SPAD-Wert gibt, sondern es für jede Sorte zu jedem Wachstumsstadium einen optimalen Bereich des SPAD-Wertes gibt, in dem der Hopfen ideal versorgt ist.

### Nitrat im Blattstielpresssaft:

Die Messung des Nitratgehaltes von Blattstielen wird zwar als Schnelltest bezeichnet, stellte sich jedoch immer noch deutlich zeitintensiver und kritischer als die SPAD-Wert-Ermittlung heraus. Die vielen einzelnen Arbeitsschritte bis zur tatsächlichen Ermittlung des Messwertes lassen viel Spielraum für mögliche Fehlerquellen. Begonnen mit der Blattauswahl bis hin zur Messgenauigkeit der Pipetten und des Reflektometers, erwies sich die exakte Wiederholbarkeit dieser Messmethode als deutlich schwieriger im Vergleich zur Bestimmung des SPAD-Wertes oder des N-Gehaltes. Außerdem konnte hier im Vergleich zum SPAD-Meter keine signifikante Beziehung mit den Blatt-N-Gehalten hergestellt werden, was nur schwierig eine sichere Aussage über den Stickstoffversorgungszustand des Hopfens zulässt.

## **Ausblick**

Für die Zukunft lässt sich sagen, dass nach diesen Untersuchungen die SPAD-Meter-Messung im Hopfen besser geeignet scheint als die Messung von Nitratgehalten vom Presssaft der Blattstiele. Diese Arbeit bietet eine gute Grundlage, weitere Daten für eine mögliche Kalibration des SPAD-Meters für verschiedene Hopfensorten und deren jeweilige Entwicklungsstadien zu sammeln.

## **5.7 LfL-Projekte im Rahmen der Produktions- und Qualitätsinitiative**

Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft ließ im Zeitraum von 2014-2018 im Rahmen einer Produktions- und Qualitätsoffensive für die Landwirtschaft in Bayern wieder repräsentative Ertrags- und Qualitätsdaten ausgewählter landwirtschaftlicher Kulturen erheben, erfassen und auswerten. Für den IPZ-Arbeitsbereich Hopfen führte diese Tätigkeiten der Verbundpartner Hopfenring e.V. durch. Nachfolgend werden die Zielsetzung der Hopfenprojekte kurz beschrieben und die Ergebnisse für 2018 zusammengefasst.

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

### TS- und Alphasäurenmonitoring

In der Zeit vom 07.08. - 25.09.2018 wurden – über die Hallertau verteilt – von 4 Aroma- und 2 Bitterstoffsorten an 5 (Aromasorten) bzw. 7 (Bittersorten) Terminen im wöchentlichen Abstand aus je 10 Praxisgärten jeweils 1 Aufleitung beerntet und separat getrocknet. Durch Feststellung des Wasserentzugs und Analyse des TS- und Alphasäuregehalts in einem akkreditierten Labor wurde am Folgetag der Trockensubstanzgehalt des Grünhopfens und der Alphasäuregehalt bei 10 % Wasser ermittelt und zur Auswertung an die Hopfenberatung der LfL übermittelt. Die Ergebnisse wurden gemittelt, tabellarisch und grafisch aufbereitet und mit einem Kommentar ins Internet gestellt. Aus den Ergebnissen und Darstellungen konnten die Landwirte Hinweise zur optimalen Erntereife der wichtigsten Hopfensorten ablesen.

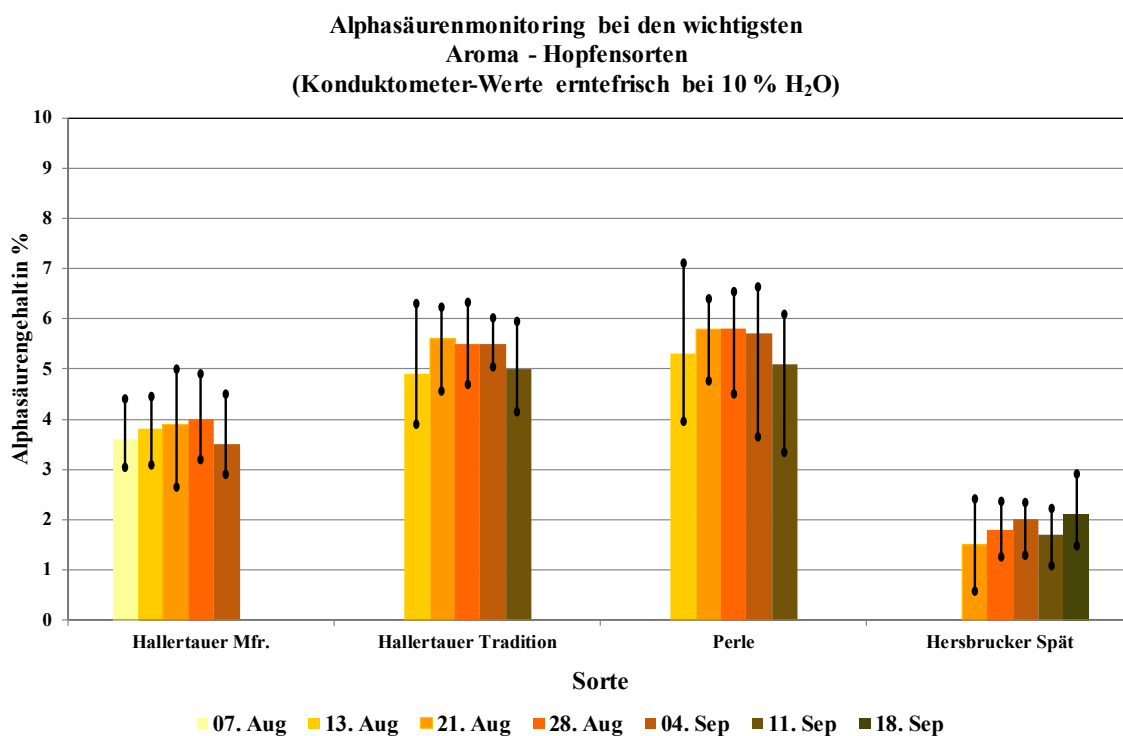


Abb. 5.24: Monitoring zur Entwicklung der Alphasäuregehalte 2018 bei den wichtigsten Aromasorten

**Alphasäurenmonitoring bei den wichtigsten  
Bitter - Hopfensorten  
(Konduktometer-Werte erntefrisch bei 10 % H<sub>2</sub>O)**

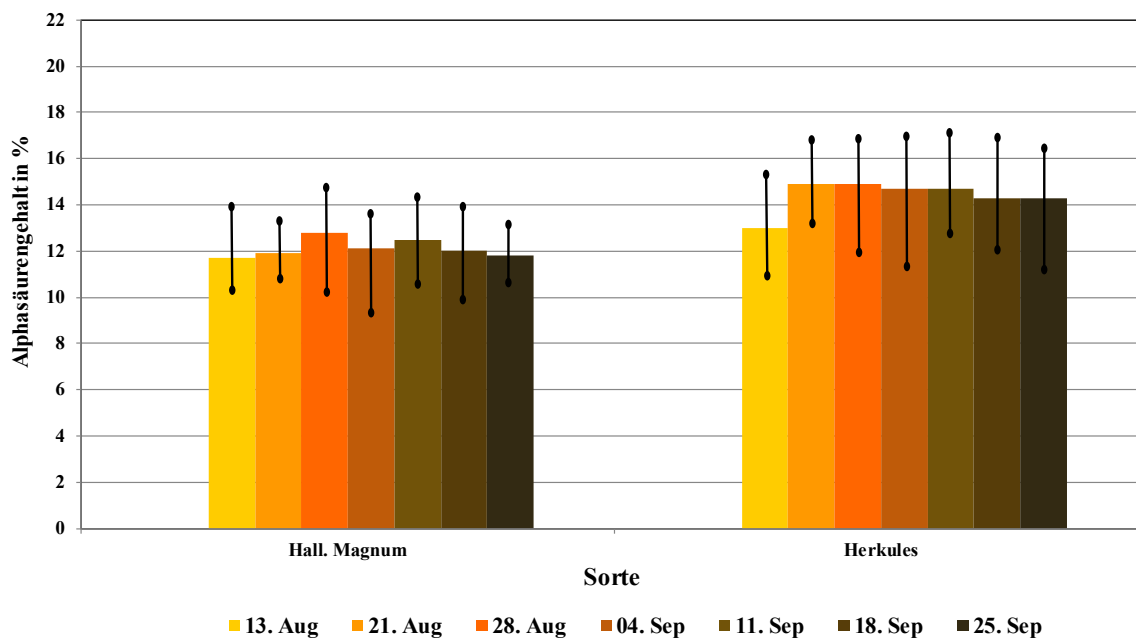


Abb. 5.25: Monitoring zur Entwicklung der Alphasäuregehalte 2018 bei den Hochalphasorten

**Trockensubstanzmonitoring bei den wichtigsten  
Hopfensorten**

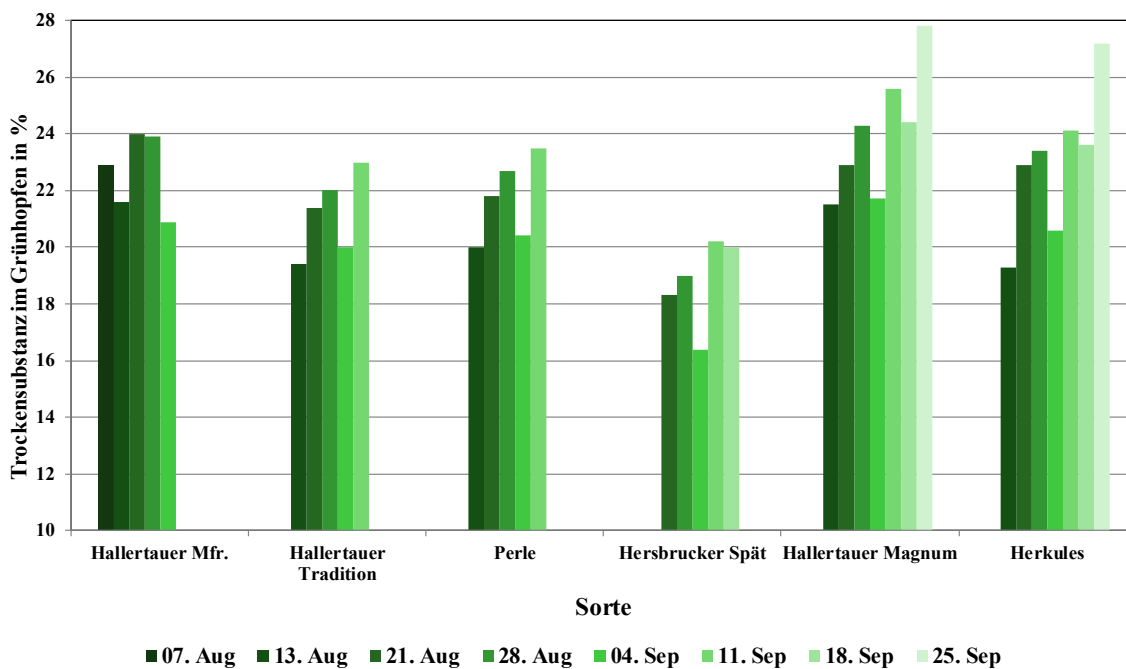


Abb. 5.26: Monitoring zur Entwicklung der Trockensubstanzgehalte 2018 der wichtigsten Hopfensorten

## **Einfluss des Standorts und produktionstechnischer Maßnahmen auf die Produktqualität von Hopfen**

Die im Rahmen der Neutralen Qualitätsfeststellung erhobenen Qualitätsdaten liefern wertvolle Aussagen über die Hopfenqualität des jeweiligen Jahrgangs und geben Hinweise auf Krankheits- und Schädlingsbefall, produktionstechnische Fehler oder eine falsche Behandlung des geernteten Hopfens.

Im Projektzeitraum sollen die Daten der Neutralen Qualitätsfeststellung von je 150 Partien der Sorten HT, PE, HM und HS mit den dazugehörigen Alphasäuregehalten und ausgewählten standort- und produktionstechnischen Daten ergänzt werden. Von der Auswertung standortspezifischer Parameter und produktionstechnischer Maßnahmen mit den Qualitätsdaten verspricht man sich wertvolle Erkenntnisse für die Beratung.

Da in 2018 von den 600 erwarteten Datensätzen nur 30 geliefert wurden, war eine Schichtung und Auswertung auch dieses Jahr nicht möglich.

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

Zur Einschätzung des Blattlaus- und Spinnmilbenbefalls für die Festlegung von Beratungsaussagen und Bekämpfungsstrategien sind Erhebungen und exakte Bonituren zur Befallssituation in Praxisgärten notwendig.

Dazu wurden in der Zeit vom 22. Mai bis 23. Juli 2018 an 10 Terminen im wöchentlichen Abstand Bonituren in 30 repräsentativen Hopfengärten (verschiedene Sorten) in der Hallertau (22), Spalt (5) und Hersbruck (3) auf Befall mit Hopfenblattlaus und Gemeine Spinnmilbe durchgeführt und der durchschnittliche Befall mit Blattläusen (Anzahl) und Spinnmilben (Befallsindex) ermittelt.

Die Ergebnisse über den Befallsverlauf flossen in die Beratungsaussagen und Bekämpfungsstrategien ein.

### **5.7.3 Ringanalysen zur Qualitätssicherung bei der Alphasäurenbestimmung für Hopfenlieferungsverträge**

Seit Jahren gibt es bei den Hopfenlieferungsverträgen eine Zusatzvereinbarung, in der die Alphasäuregehalte der abgelieferten Hopfenpartien bei der Bezahlung Berücksichtigung finden. Der Alphasäuregehalt wird in staatlichen Laboratorien, Betriebslabors und privaten Laboren je nach verfügbarer Untersuchungskapazität ermittelt. Die Vorgehensweise (Probenteilung, Lagerung) ist im Pflichtenheft der „Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik“ genau festgelegt, ebenso welche Laboratorien die Nachuntersuchungen durchführen und welche Toleranzbereiche für die Analysenergebnisse zugelassen sind. Um die Qualität der Alphasäureanalytik im Interesse der Hopfenpflanzer sicherzustellen, werden Ringanalysen von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft als neutrale Stelle organisiert, durchgeführt und ausgewertet.

Im Rahmen des Projekts ist es Aufgabe des Hopfenrings die Probenahme von insg. 60 zufällig ausgewählten Hopfenpartien an 9-10 Terminen in der Hallertau durchzuführen und dem Labor der LfL in Hüll bereitzustellen.

## **5.8 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:

### **5.8.1 Informationen in schriftlicher Form**

- Das „Grüne Heft“ Hopfen 2018 – Anbau, Sorten, Düngung, Pflanzenschutz, Ernte wurde gemeinsam mit der Arbeitsgruppe Pflanzenschutz in Abstimmung mit den Beratungsstellen der Bundesländer Baden-Württemberg und Thüringen aktualisiert und in einer Auflage von 2 350 Stück von der LfL an die ÄELF und Forschungseinrichtungen und vom Hopfenring Hallertau an die Hopfenpflanzer verteilt.
- Über das Ringfax des Hopfenrings (2018: 53 Faxe in der Hallertau + 1 zusätzliches für Spalt mit 1 010 Abonnenten) wurden in 27 Faxen aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstaufrufe der LfL an die Hopfenpflanzer verschickt.
- In 2 ER-Rundschreiben des Hopfenrings und in 7 Monatsausgaben der Hopfen Rundschau wurden Beratungshinweise und Fachbeiträge für die Hopfenpflanzer veröffentlicht.
- 2 wissenschaftliche Veröffentlichungen in der Brauwelt und im Journal für Kulturpflanzen
- Pressemitteilung zum Auftritt des Hopfens auf der Landesgartenschau in Würzburg vom 17.-19. August 2018

### **5.8.2 Internet und Intranet**

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

### **5.8.3 Telefonberatung, Ansagedienste**

- Der Peronospora-Warndienst wurde in der Zeit vom 08.05. - 03.09.2018 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 81 Mal aktualisiert.
- Zu Spezialfragen des Hopfenbaus erteilten die Fachberater der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik in ca. 1 500 Fällen telefonische Auskunft oder führten Beratungen in Einzelgesprächen oder vor Ort durch.

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

- wöchentlicher Erfahrungsaustausch während der Vegetationszeit mit den Ringfachberatern
- 9 Hopfenbauversammlungen in Zusammenarbeit mit den ÄELF
- 48 Fachvorträge
- 1 Feldtag rund um das Thema „Hopfenputzen“
- 3 Versuchsführungen für die Hopfenpflanzer und die Hopfenwirtschaft
- 7 Tagungen, Fachveranstaltungen oder Seminare

#### **5.8.5 Aus- und Fortbildung**

- Themenstellung von 4 und Prüfung von 4 Arbeitsprojekten im Rahmen der Meisterprüfung
- 15 Unterrichtsstunden an der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen für die Studierenden im Fach Hopfenbau
- 1 Schultag des Sommersemesters der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen
- 1 Informationsveranstaltung für Berufsschüler von Pfaffenhofen
- 4 Treffen des Arbeitskreises „Unternehmensführung Hopfen“

## 6 Pflanzenschutz im Hopfen

Simon Euringer, M.Sc. Agrarmanagement

### 6.1 Schädlinge und Krankheiten des Hopfens

#### 6.1.1 Drahtwurm, Liebstöckelrüssler und Hopfen-Erdflöhe

Aufgrund des zügigen Hopfenwachstums und der schnellen Jugendentwicklung bereiteten die Bodenschädlinge Drahtwurm, Liebstöckelrüssler und Erdflöhe in der Saison 2018 kaum Probleme. Durch das Verbot des neonicotinoide Wirkstoffs Thiametoxam im Freiland wird der Einsatz von Actara im Hopfenbau nicht mehr möglich sein. In der Saison 2018 war das Produkt noch einsetzbar..

#### 6.1.2 Gemeine Spinnmilbe

Tab. 6.1: Befallsmonitoring der Gemeinen Spinnmilbe an 30 Standorten in den Bayerischen Anbaugebieten

Datum	Eier Ø	Spinnmilben Ø	Spinnmilbenindex pro Blatt		
			Ø	min.	max.
22. Mai.	0,54	0,37	0,08	0,00	0,65
28. Mai.	1,43	0,88	0,16	0,00	1,25
4. Jun.	2,44	3,24	0,27	0,00	2,60
11. Jun.	0,93	1,94	0,25	0,00	1,90
18. Jun.	2,15	2,33	0,33	0,00	1,35
25. Jun.	2,41	2,60	0,31	0,00	1,20
2. Jul.	0,76	2,44	0,35	0,00	1,25
9. Jul.	0,73	2,16	0,27	0,00	1,30
16. Jul.	0,51	1,39	0,19	0,00	1,80
23. Jul.	1,71	4,22	0,22	0,00	3,05
		Hauptbehandlungszeitraum vom 25.06 - 09.07 4 Standorte mit zweifacher Behandlung			

Ein früher und starker Befall durch die Gemeine Spinnmilbe war 2018 über alle Standorte hinweg zu beobachten. Mit einer gezielten Spritzung Ende Juni konnte der Spinnmilbenbefall in den beobachteten Hopfengärten meist erfolgreich kontrolliert werden. Da sich der heiße und trockene Sommer bis in den September hinein fortsetzte, gelang es in stark befallenen Gärten trotz mehrmaliger Behandlung nicht, die Spinnmilbe ausreichend zu bekämpfen. Am 25. Juli erhielt das Pflanzenschutzmittel Ordoval eine reguläre Zulassung. Mittlere und späte Sorten konnten noch behandelt werden. Die Wartezeit von Ordoval beträgt 28 Tage.

#### 6.1.3 Blattlaus

Der Blattlauszuflug am Standort Hüll setzte bereits Anfang Mai ein (Abb. 6.1). Begünstigt durch das warme und trockene Frühjahr war ein früher und starker Befall mit der Hopfenblattlaus festzustellen. Anders als in Vorjahren reichte zur Bekämpfung der Hopfenblattlaus die Nebenwirkung von Actara oft nicht mehr aus, so dass zur gezielten Bekämpfung eine oder zwei Insektizidmaßnahmen erforderlich waren. In der Saison 2018 waren die Produkte Confidor WG 70 und Warrant 700 WG noch einsetzbar.



Durch das Verbot des neonicotinoiden Wirkstoffs Imidacloprid im Freiland wird der Einsatz von diesen Produkten im Hopfenbau ab 2019 nicht mehr möglich sein.

Gemäß Zulassung sind maximal 2 Anwendungen von Flonicamid (Teppeki) pro ha und Jahr zulässig. Aufgrund der Rückstandproblematik empfehlen die LfL und der Deutsche Hopfenwirtschaftsverband e.V. den Pflanzern jedoch maximal eine Anwendung. Grund hierfür ist die Gefahr, die EU-Rückstandshöchstmenge (MRL) zu überschreiten. Aus Erfahrung ist bekannt, dass Flonicamid auch bei einer einzelnen Anwendung hinsichtlich dieser Problematik regelmäßig auffällt.

Die Verfügbarkeit für Pymetrozin im Hopfenbau war 2018 bereits stark eingeschränkt. Da die Produktion bereits eingestellt ist, erfolgte der Verkauf ausschließlich aus Restbeständen.

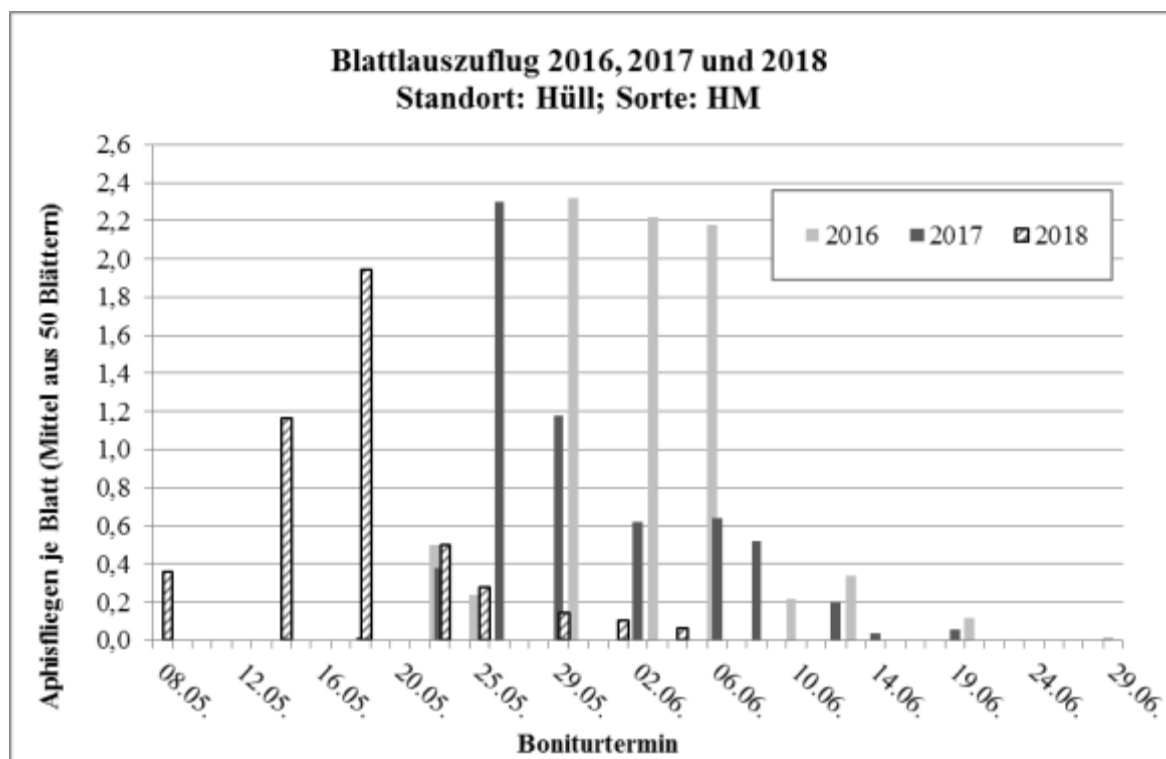


Abb. 6.1: Blattlauszuflug 2018 am Standort Hüll

Tab. 6.2: Monitoring des Blattlauszufluges und -befalls an 30 Standorten in den bayerischen Hopfenanbaugebieten

Datum	Aphisfliegen-Zuflug Ø	Blattläuse pro Blatt		
		Ø	min.	max.
22. Mai.	0,24	3,32	0,00	21,96
28. Mai.	0,39	6,00	0,12	64,76
4. Jun.	0,02	11,51	0,06	113,84
11. Jun.	0,00	11,63	0,00	309,00
18. Jun.	0,02	41,12	0,00	809,04
25. Jun.	-	0,83	0,00	4,64
2. Jul.	-	0,56	0,00	3,20
9. Jul.	-	0,12	0,00	0,90
16. Jul.	-	0,12	0,00	1,60
23. Jul.	-	0,14	0,00	1,18
		Hauptbehandlungszeitraum vom 25.06 - 09.07 2 Standorte mit zweifacher Behandlung		

Bei Fortbestehen dieser Situation ist davon auszugehen, dass Flonicamid durch die häufige Anwendung auf einem Großteil der Fläche in absehbarer Zeit seine biologische Effizienz verlieren wird. Erste Indizien dafür liefern die Sprühturmversuche auf Wirkstoffsensitivität der Hopfenblattlaus im Labor.

Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass ein unerwartet starkes Auftreten der Blattläuse in den nächsten Jahren zu großen Schwierigkeiten hinsichtlich realisierbarer und effektiver Bekämpfungsstrategien führen kann.

### 6.1.4 Peronospora

Peronospora-Primärinfektionen wurden aus der Praxis nur in geringem Umfang gemeldet. Auch die in den Sporenfallen gemessenen Zoosporangien bewegten sich während der ganzen Saison auf vergleichbar niedrigem Niveau, so dass in der Hallertau über die hinweg nur 4 Peronospora-Spritzaufrufe zur Bekämpfung der Peronospora-Sekundärinfektion notwendig waren

Tab. 6.3: Warndienst zu Peronospora 2018

Fax-Nr.	Datum	Hinweis Per-Primär	Spritzaufrufe		
			anfällige Sorten	alle Sorten	späte Sorten
17	04.06.			X	
37	02.07.			X	
48	17.07.		X		
56	27.07.			X	
Anzahl Spritzaufrufe		0	1	3	0

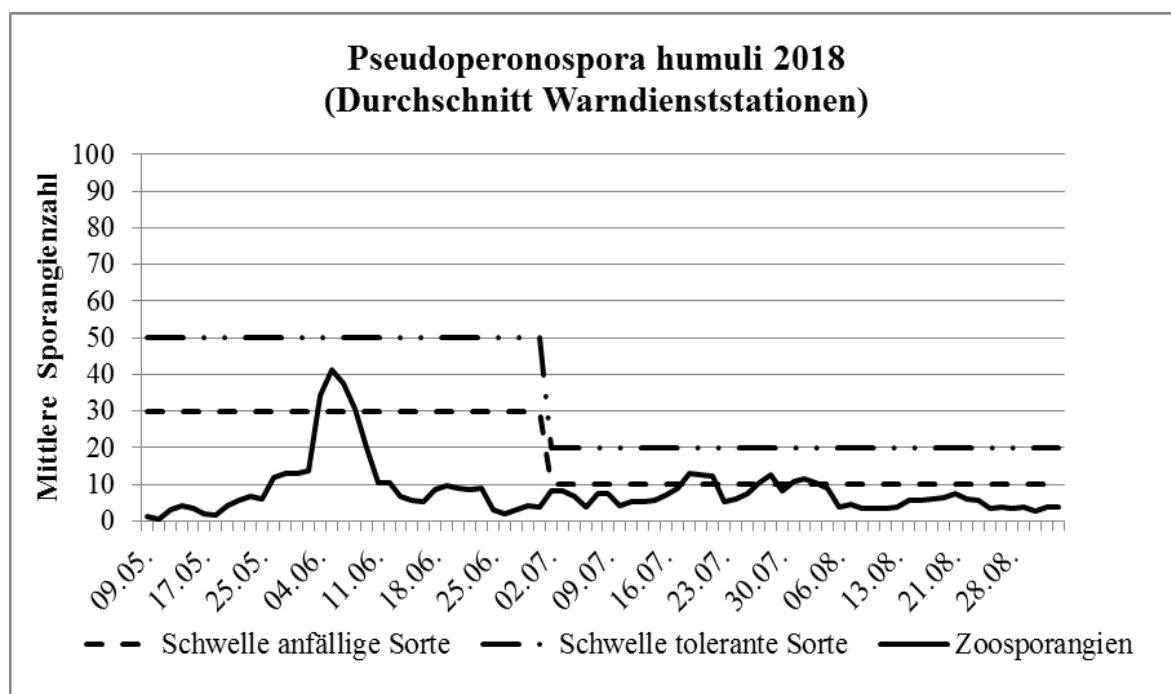


Abb. 6.2: Peronospora Warndienst 2018 - Durchschnittlicher Zoosporangienflug von 5 Standorten in der Hallertau

### 6.1.5 Echter Mehltau

Der Echte Mehltau bereitet in der Saison 2018 große Probleme. Erster Befall wurde aus der Praxis bereits ab Mitte Mai gemeldet. Trotz zahlreicher Bekämpfungsmaßnahmen verstärkte sich das Problem in vielen Gärten, insbesondere in dichten Herkulesbeständen oder Hopfen, die unter Trockenstress litten, gegen Ende der Saison derart, dass hohe Ertrags- und Qualitätseinbußen zu verzeichnen waren.

### 6.1.6 *Verticillium*-Welke

Die *Verticillium*-Welke trat dieses Jahr verstärkt auf. Eine Infektionswelle im Juni führte im Juli zum Absterben ganzer Aufleitungen, die viele Gärten schon von weitem kennzeichneten.

## 6.2 GfH-Projekt zur *Verticillium*-Forschung

### 6.2.1 Forschung und Arbeiten zur *Verticillium*-Problematik bei Hopfen

Die Bekämpfung der *Verticillium*-Welke in deutschen Hopfenanbaugebieten ist eine langfristige Aufgabe. Forschung und Beratung der LfL sind von zentraler Bedeutung, um die Hopfenpflanzer im Kampf gegen *Verticillium* zu unterstützen.

#### Sanierung *Verticillium*-infizierter Böden und Selektion von *Verticillium*-tolerantem Zuchtmaterial

**Bearbeitung:** K. Lutz  
**Telefon:** 08442 9257-35  
**E-Mail:** kathrin.lutz@lfl.bayern.de

#### Ziel

Seit dem ersten Auftreten von letalen *Verticillium nonalfalfae* Stämmen, dem Erreger der aggressiven Form der Hopfenwelke in der Hallertau, ist eine kontinuierliche Ausbreitung der Befallsfläche zu beobachten. Der Erreger, ein im Boden lebender Pilz mit einem breiten Wirtsspektrum, kann 4-5 Jahre im Boden in Form eines Dauermyzels überdauern und ist nicht direkt bekämpfbar. Zum Management des Krankheitsbefalls soll ein integrierter Ansatz bestehend aus Hygienemaßnahmen, Züchtungsanstrengungen, angepasster Kulturtechnik und Sanierungskonzepten umgesetzt werden. Eine schnelle Transformation gewonnener Erkenntnisse soll den betroffenen Hopfenpflanzern Hilfestellung bei der Umsetzung von Managementmaßnahmen auf befallenen Flächen geben und zu schnellstmöglichen Sanierungserfolgen beitragen.

#### Methode

Im Rahmen von Praxiserhebungen bei Hopfenbetrieben ohne Welkeprobleme und Betrieben mit Welkebefall in der Hallertau sollen Daten gewonnen werden, die zu wirksamen kulturtechnischen Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung des Pilzbefalls führen und in der Praxis umgesetzt werden können. Zur Unterstützung der Züchtung resistenter Sorten soll das bisher etablierte Feldselektionssystem zur Prüfung der Welke-Toleranz von Zuchtstämmen betreut, ausgewertet und weiterentwickelt werden. Die bei Befallsflächen erforderliche Sanierung soll wissenschaftlich betreut und dabei innovative Ansätze zur Optimierung der Bodensanierung erarbeitet werden.

Zusätzlich sollen die bereits erarbeiteten Detektions- und Analyseverfahren von *Verticillium* weiterentwickelt und optimiert werden. Es soll überprüft werden, ob eine Testung des Bodens über ein hoch Welke-empfindliches Zeigerpflanzensystem ein zielführender Ansatz ist, um den Erfolg einer Bodensanierung überprüfen und kontrollieren zu können.

### **Kooperation mit Praxisbetrieben**

Zusammen mit den Landwirten wurden für *Verticillium*-Befallsflächen Strategien erarbeitet, um die Ausbreitung von *Verticillium* zu stoppen und den *Verticillium*-Druck möglichst zu reduzieren. Der Befall auf diesen Flächen wurde anhand von Einzelstockbonituren als Ausgangsbefall definiert und die Hopfenanlage anhand des Reliefs und einer Bodenschätzung charakterisiert. Der Erfolg dieser Bekämpfungsstrategien wird anhand der Ausbreitung sowie der Symptomausprägung in den folgenden Erntejahren bewertet. Begleitend zu den Symptombonituren wurden im Jahr 2017 500 Hopfenproben aus dem Hüller Zuchtgarten, den Selektionsgärten in Niederlauterbach und Engelbrechtsmünster sowie von 22 Praxisflächen mittels Realtime-PCR auf *Verticillium* analysiert. Davon wurde in 220 Fällen zusätzlich eine spezifische PCR durchgeführt.

Mit diesen Ergebnissen konnten die Bonituren auf den jeweiligen Flächen bestätigt werden und zudem die Verteilung von *Verticillium* sowie die Aggressivität der jeweiligen *Verticillium*-Rassen festgestellt werden. In 20 von 22 Praxisfällen wurde eine Mischung aus milden und letalen Stämmen nachgewiesen. Der hohe Anteil an aggressiven *Verticillium*-Stämmen ist nicht repräsentativ für die Hallertau, sondern ist darin begründet, dass diese Flächen gezielt für Praxiswelkeversuche ausgesucht wurden.

### **Sanierung *Verticillium*-infizierter Böden**

Im Rahmen des Projekts Forschung zur *Verticillium*-Welke sollen praxistaugliche Methoden zur Sanierung von mit *Verticillium* befallenen Hopfengärten erprobt und weiterentwickelt werden.

#### **Projektziele**

- Evaluierung von verschiedenen Sanierungsmethoden
- Adaptation an den Hopfenbau

#### **Vorgehensweise**

- Feststellung des Ausgangsbefalls anhand der Symptomatik
- Roden des infizierten Bestandes
- Durchführung der Sanierungsmaßnahmen:
  - Stilllegung
  - Ackerbau (Fruchtfolge mit hohem Gräseranteil)
  - Anbau von Nicht-Wirtspflanzen (Gräser)
  - Biologische Bodenentseuchung: (Einarbeiten der Biomasse/Luftabschluss durch Abdecken des Bodens)
- Nullkontrolle:
  - Fortführung des infizierten Bestandes als Nullkontrolle bis die Maßnahmen auf der Sanierungsfläche abgeschlossen sind
  - Roden des infizierten Bestandes
- Anbau einer toleranten Sorte
- Bewertungshorizont: mindestens 2 Jahre



Abb. 6.3: Hopfengarten mit massiven Welkeschäden

## 6.2.2 Aubergine (*Solanum melongena*) als Zeigerpflanze für *Verticillium*

S. Euringer, K. Kaindl, K. Lutz in Kooperation mit IPZ 5c

*Verticillium nonalfalfae* ist der pilzliche Erreger, der die Hopfenwelke verursacht. Dieser überdauert bis zu fünf Jahre im Boden und stellt somit für die Hopfenpflanzen eine stetige Infektionsquelle dar. Mit *Verticillium* infizierter Boden muss deshalb zunächst identifiziert werden, um danach entsprechende Sanierungsmaßnahmen einleiten zu können. Bis heute gibt es keine direkte chemische Bekämpfungsmaßnahme. Um verschiedene Bekämpfungsmaßnahmen und deren Wirksamkeit gegen die *Verticillium*-Welke überprüfen zu können, wird nach einem praxistauglichen schnellen Nachweis gesucht, den es bislang nicht gibt. Eine PCR-basierte Quantifizierungsmöglichkeit im Boden liefert für den Pflanzeher nicht die gewünschte Aussage, ob sein Hopfengarten mit *Verticillium* infiziert oder frei ist. Die Hopfenpflanze selbst ist grundsätzlich schwer zu infizieren und zeigt oftmals erst verzögert Welkesymptome. Daher ist Hopfen zur Testung von Boden in Töpfchen keine Option. Eine mögliche Zeigerpflanze ist die Aubergine.

### Vorgehensweise

In der Saison 2017 wurden Hopfenpflanzen mit starken optischen Welkesymptomen mittels qPCR als mit *Verticillium nonalfalfae* befallen identifiziert. Nach dem Roden im Frühjahr 2018 wurden die infizierten Wurzelstöcke sowie Boden von diesen Pflanzstellen entnommen. Um das Infektionsmaterial zu homogenisieren wurde der Boden mehrmals gesiebt und die Steine entfernt. Die gerodeten Wurzelstöcke wurden in ca. 3-5 cm große Stücke geschnitten und mit einem Erdwolf gleichmäßig in das Infektionsmaterial gemischt.



Abb. 6.4: Homogenisieren des Infektionsmaterials

Als potentielle Zeigerpflanzen wurde drei Auberginensorten auf ihre Anfälligkeit für *Verticillium nonalfalfae* getestet:

- Black Beauty (Hybridsorte)
- Rosa Bianca (Landsorte)
- Violetta di Firenze (Landsorte)



Abb. 6.5: Anzucht der Auberginen in Pflanzeerde



Abb. 6.6: Verticilliumsymptome an der Aubergine (Tag 74)

Der Aufgang der Hybridsorte Black Beauty begann bereits 7 Tage nach der Aussaat. Die Keimung der Landsorten war wesentlich heterogener und im Durchschnitt 14 Tage nach dem Ansäen. Das Umtopfen und somit das Einsetzen der Auberginen in das Infektionsmaterial fand bei der Sorte Black Beauty an Tag 17 und bei den Landsorten an Tag 33 statt.

Die ersten deutlichen Symptome waren am Tag 74 zu erkennen. Die Bestätigung der erfolgreichen *Verticillium*-Infektion fand durch die qPCR statt.



Abb. 6.7: Verticilliumsymptome an der Aubergine (Tag 100)

Die Abschlussbonitur für alle Sorten fand am Tag 100 statt. Folgende Symptome wurden für die Bonitur herangezogen (Wuchshöhe, BBCH, Vitalität, Untere Blattetage, Vergilbung, Nekrose, Trockenstress).



Abb. 6.8: Abschlussbonitur der Auberginen (Tag 100), links Kontrolle, rechts Infiziert

### Ergebnis

Durch den Versuch konnte die Eignung der Aubergine als Zeigerpflanze für *Verticillium nonalfalfae* bestätigt werden. Sorte Hybridsorte Black Beauty zeigte sich während des gesamten Versuchs sehr vital und gleichmäßig. Die Landsorten mussten beim Umtopfen vorselektiert werden, um möglichst gleiche Bedingungen ab dem Zeitpunkt der Infektion zu schaffen. Eine erfolgreiche Symptomausprägung fand bei 50 % der Pflanzen die in infizierter Erde getopft wurden statt. Der Nachweis, dass die optischen Symptome der Verticillium-Welke zugeordnet wurden erbrachte die qPCR. Der natürlich infizierte Boden und der nicht infizierte Boden (Kontrolle) konnten nicht aus dem gleichen Hopfengarten entnommen werden. Daher waren Unterschiede bzgl. der Nährstoffversorgung nicht zu vermeiden. Besser entwickelte Pflanzen standen deshalb unter größerem Nährstoff- und Trockenstress. Neben den klassischen *Verticillium*-Symptomen (Vergilben, Nekrose, Einrollen der Blätter) waren die deutlichsten Symptome die reduzierte Wuchshöhe in Kombination mit dem BBCH-Stadium. Die graphische Aufbereitung der Boniturdaten konnte die Eignung der Sorten als Zeigerpflanze für *Verticillium nonalfalfae* aufzeigen. Den deutlichsten zeigte die Sorte Violetta di Firenze die infizierte Erde an.

### Ausblick

Um die Wirksamkeit verschiedener Behandlungsmaßnahmen zur Minderung der Krankheit überprüfen zu können, soll ein saisonunabhängiges Topfsystem im Gewächshaus entwickelt werden. Als Zeigerpflanze ist die Aubergine, genauer die Sorte Violetta di Firenze, geeignet.

### **6.2.3 Fernerkundung im Hopfen als objektive Bewertung von *Verticillium*-Schäden an Hopfengärten**

**S. Euringer und T. Sixt in Kooperation mit IPZ 5c**

Um Aussagen über die Effizienz von Maßnahmen gegen die *Verticillium*-Welke treffen zu können, muss objektiv und über einen mehrjährigen Zeitraum bewertet werden. Eine Möglichkeit neben der sehr zeitaufwändigen Einzelstockbonitur stellt die Fernerkundung dar. Drohnen bieten die Möglichkeit einzelne Schläge gezielt über die Saison oder über mehrere Jahre hinweg mehrfach zu beobachten. Um die Ausbreitung von *Verticillium* über die Hallertau hinweg bewerten zu können, müsste eine flächendeckende kostenintensive Befliegung durchgeführt werden. Im BayernAtlasPlus, einer Onlineanwendung der Bayerischen Vermessungsverwaltung, stehen Karten zur Verfügung, die annähernd die gesamte Hallertau zum Zeitpunkt August 2016 abdecken. Dieser Zeitpunkt ist besonders geeignet, da kurz vor der Ernte die *Verticillium*-Schäden am deutlichsten erkennbar sind. Da *Verticillium nonalfalfae* als bodenbürtiger Pilz lokal gebunden ist und seine Dauerform bis zu 5 Jahre im Boden überdauert, kann diese Karte genutzt werden, um einen Eindruck über die Ausbreitung von *Verticillium* über die Hallertau zu geben.

#### **Verifizierung von auffälligen Hopfengärten aufgrund von Befliegungsdaten**

Unregelmäßigkeiten in Hopfengärten können aus den verschiedensten Gründen auftreten. Damit eine Einschätzung der Ausbreitung von *Verticillium* über die Hallertau auf Grundlage von Befliegungsdaten durchgeführt werden kann, müssen diese Daten geprüft werden. Hierzu wurden 20 Hopfengärten mit auffälligen Schäden in der Onlineanwendung BayernAtlasPlus wahllos identifiziert. Die Pflanzler wurden daraufhin kontaktiert. Nach der Einzelstockbonitur wurden Drohnenaufnahmen durchgeführt und mit den Onlinekarten verglichen. In 20/20 Fällen wurde die eine aggressive Rasse von *Verticillium* mittels qPCR nachgewiesen. Da fortgeschrittener *Verticillium*-Befall anhand von Luftbildern leichter zu identifizieren ist, stellt der sehr hohe Anteil an aggressiven *Verticillium*-Formen kein repräsentatives Ergebnis dar. Auf eine Verteilung der überprüften Hopfengärten zur Evaluierung der Luftbilder über das gesamte Anbaugebiet wurde geachtet. Die nächste Befliegung durch die Bayerische Vermessungsverwaltung fand im Juli 2018 statt. Diese Daten sind noch nicht verfügbar.

#### **Ausblick**

Anhand der erhobenen Daten kann eine erste Einschätzung der Ausbreitung von *Verticillium* über die Hallertau getroffen werden. Für die Ausarbeitung einer belastbaren Bewertung müssen mehr Daten gesammelt werden. Es bleibt abzuwarten, ob die Befliegung aus 2018 ein ähnlich gutes Ergebnis für die *Verticillium*-Forschung liefert.



## 7 Ökologische Fragen des Hopfenbaus

**Dr. Florian Weihrauch, Dipl.-Biol.**

Die Aufgabe der Arbeitsgruppe ist grundsätzlich Sammlung des Wissensstandes und angewandte Forschung zur umweltgerechten und ökologischen Hopfenproduktion. Dazu gehören Diagnose, Beobachtung und Monitoring des Auftretens tierischer Schädlinge des Hopfens und ihrer Gegenspieler mit Blick auf die fortschreitende Klimaänderung und die nachfolgende Veränderung der Biozönosen sowie Entwicklung und Evaluierung biologischer und anderer öko-tauglicher Pflanzenschutzverfahren. Die Arbeitsgruppe basiert vorwiegend auf der Einwerbung von Forschungsmitteln für ökologische Fragestellungen im Hopfenbau.

### 7.1 Entwicklung von Methoden zur Bekämpfung des Hopfen-Erdflöhs *Psylliodes attenuatus* im Ökologischen Hopfenbau: Abschluss des Forschungsvorhabens

Das vom StMELF finanzierte Forschungsvorhaben „Entwicklung von Methoden zur Bekämpfung des Hopfen-Erdflöhs *Psylliodes attenuatus* im Ökologischen Hopfenbau“ hatte eine Laufzeit vom 1. März 2015 bis zum 30. Juni 2018. Ziel des Projektes war die Entwicklung einer wirksamen Praxismethode der Erdflöhbekämpfung im Öko-Hopfenbau. Daneben sollte möglichst viel an Grundlagenwissen zum Hopfen-Erdflöhs zusammengetragen werden, da die letzten Studien, die sich intensiv mit der Biologie dieser Art befasst hatten, bereits über ein Jahrhundert alt sind (Heikertinger 1913; Tölg 1913). Als Basis für die definitiv effektivste potentielle Bekämpfungsmethode sollte versucht werden, einen artspezifischen Lockstoff wie z.B. ein Kairomon oder im Idealfall sogar ein hoch wirksames Pheromon zur Anlockung von *P. attenuatus* zu identifizieren. Eine Recherche in den Datenbanken Pherobase und PheroNet hatte im Vorfeld ergeben, dass für diese Art bislang keine derartigen Semiochemikalien bekannt waren. Da gerade in jüngster Zeit für Erdflöhe der Gattung Phyllotreta, die v.a. Kreuzblütler befallen, wirksame entsprechende Lockstoffe identifiziert worden sind (z.B. Beran et al. 2011), schienen die Erfolgsaussichten auch für *P. attenuatus* gut zu sein.

Nach der Identifikation entsprechend wirksamer Semiochemikalien könnten diese im Zusammenspiel mit Klebefallen zur Anlockung und dem Fang von *P. attenuatus* eingesetzt werden. Eine derartige Kontrollmethode würde eine pestizidfreie und umweltfreundliche Bekämpfung des Schädlings ermöglichen, die daher vermutlich nicht nur im Öko-Hopfenbau zur Anwendung kommen würde. Daher wurde die Option, in Kooperation mit den Kollegen aus den Niederlanden nach artspezifischen Lockstoffen für *P. attenuatus* zu suchen, explizit als primäres Projektziel verfolgt.

Daneben sollte die Prüfung diverser mechanischer Verfahren als weitere Kontrollmethoden erfolgen. Dazu zählte u.a. eine Fangpflanzen-Methode (Angebot junger Brennnesseln im Frühjahr) und der mechanische Fang mit speziell konstruierten, beleimten ‚Erdflöhs-Klappen‘. Eine Bekämpfung der Art während der Larvenphase im Boden (Mai-Juli) sollte über den Einsatz eines entomopathogenen Pilzes (*Metarhizium anisopliae*) als Granulat oder Suspension untersucht werden. Schließlich sollte die Wirkung von Produkten aus der Hopfen-Extraktion (Beta-Säuren) als möglichem Repellent und die Anlockung der Erdflöhe in Gelbschalen mit Olivenöl und anderen Lockstoffen getestet werden. All diese Methoden waren bislang im Hopfenbau noch nicht wissenschaftlich auf ihre Effektivität geprüft worden.

### 7.1.1 Ergebnisse 2018

Im Sommer 2018 wurde der Versuch von 2017 zur Bekämpfung der Erdflöh-Larven über entomopathogene Pilze in Laipersdorf im Eigeninteresse wiederholt. Mit Dr. Dietrich Stephan, JKI, war vereinbart worden, auf die temperaturempfindliche Konidien-Suspension von *Metarhizium anisopliae* zu verzichten und sich nur auf das leichter zu handelnde Granulat zu konzentrieren. Als zweites Versuchsglied wurde stattdessen das Produkt ‚Attracap‘ eingesetzt, das den ähnlichen entomopathogenen Pilz *Metarhizium brunneum* (Stamm CB 15) enthält. Beide Granulate wurden am 12.06.2018 in den jeweiligen Parzellen (1200 mL pro Parzelle) gestreut und sofort wieder zugeackert. Zur Erfolgskontrolle wurde am 12.07.2018 in jeder der zwölf Parzellen erneut zentral ein Photoelektrorezeptor im Bifang aufgestellt (Abb. 7.1) Alle Eklektoren wurden dann wieder bis zum 29.08.2018, kurz vor der Ernte, über sieben Wochen wöchentlich geleert und die gefangenen Erdflöhe ausgezählt.

Mit einer Summe von insgesamt 40.162 Käfern, die auf der Grundfläche von 12 m<sup>2</sup> der Fallen registriert werden konnten, lag der Fang noch deutlich über den Zahlen des Vorjahres 2017 (Abb. 7.2). Der größte Einzelwert konnte diesmal schon am 19. Juli ermittelt werden, als innerhalb einer Woche auf einem Quadratmeter 2.731 Käfer schlüpften. Vermutlich wurde mit dem Eklektorenaufbau am 12.07.2018 der Beginn des Schlupfes bereits verpasst. Zwischen den drei untersuchten Varianten JKI-Granulat, Attracap und Kontrolle konnten erneut keinerlei Unterschiede bei der Käferproduktion registriert werden – tendenziell war der Käferschlupf sogar in der Kontrolle am niedrigsten. Die ermittelten Zahlen des Jahres 2018 am Standort Laipersdorf bestätigen jedenfalls das enorme Entwicklungspotential von 6 Millionen Individuen pro Hektar, das *P. attenuatus* in einer Hopfenfläche ohne Einsatz eines Bodeninsektizids wie Thiamethoxam erreichen kann.



Abb. 7.1: Setup von Photoelektrorezeptoren zum Fang frisch geschlüpfter Erdflöhe am Standort Laipersdorf am 13.07.2017 im Bereich des Bifangs (Fotos: M. Mühlbauer).

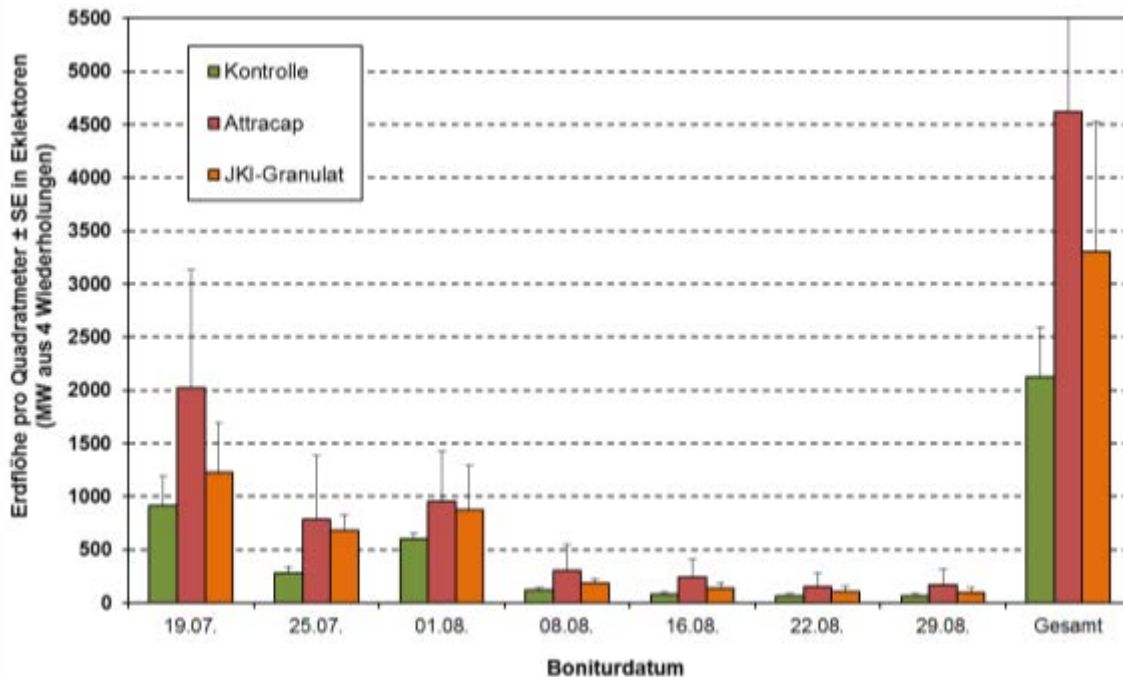


Abb. 7.2: Fang frisch geschlüpfter Erdflöhe in Photoelektoren im Öko-Versuchsgarten Laipersdorf (Sorte SIR) vom 12.07. bis zum 29.08.2018 im Bereich des Bifangs. Bei einem konservativ angesetzten durchschnittlichen Fang von 2000 Käfern pro m<sup>2</sup> Bifangbereich, d.h. auf nur einem Drittel der Gesamtfläche, ergibt sich wie im Vorjahr eine Jahresproduktion von 6 Millionen Erdflöhen oder 3000 Tieren pro Stock.

### 7.1.2 Das Öko-Erdflohprojekt in Schlagzeilen

In den Jahren 2015 bis 2018 wurden verschiedene Versuche zur Bekämpfung des Hopfen-Erdflohs *Psylliodes attenuatus* an vier Versuchsstandorten durchgeführt. Dabei handelte es sich jeweils um ökologisch bewirtschaftete Hopfengärten an den Standorten Haushausen (Hallertau, Oberbayern), Ursbach (Hallertau, Niederbayern), Bad Gögging (Hallertau, Niederbayern) und Laipersdorf (Hersbruck, Mittelfranken).

Daneben wurden bei Wageningen Plant Research (Niederlande) umfangreiche dreijährige Laborversuche durchgeführt, um die Identifikation von Semiochemikalien zu bewerkstelligen, die an der chemischen Kommunikation von *P. attenuatus* beteiligt sind.

Die historischen Angaben zum Lebenszyklus von *P. attenuatus*, der in Mitteleuropa nur eine Generation pro Jahr ausbildet, wurden überprüft und präzisiert (vgl. Abb. 7.3).

Bei den Laborversuchen wurden fünf ‚volatile organic compounds‘ (VOCs) mit einem interessanten Muster zwischen Kontrollproben und solchen mit Erdflöhen gefunden. Bei vier der fünf Verbindungen handelt es sich dabei um Terpenoide, von denen (E)-alpha-Bergamoten, Sesquiphellandren und Linalool vorläufig identifiziert werden.

Der terpenoide Duftstoff Linalool erwies sich bei den Freilandversuchen zur Anlockung von *P. attenuatus* mittels Gelbschalen als das bisher einzige potentiell wirksame Attraktans. Von den Substanzen Beta-Caryophyllen, cis-3-Hexenyl-Acetat, Ocimene, R+-Limonen und (1S)-β-Pinen sowie von Olivenöl ging keine Lockwirkung aus (Abb. 7.4).

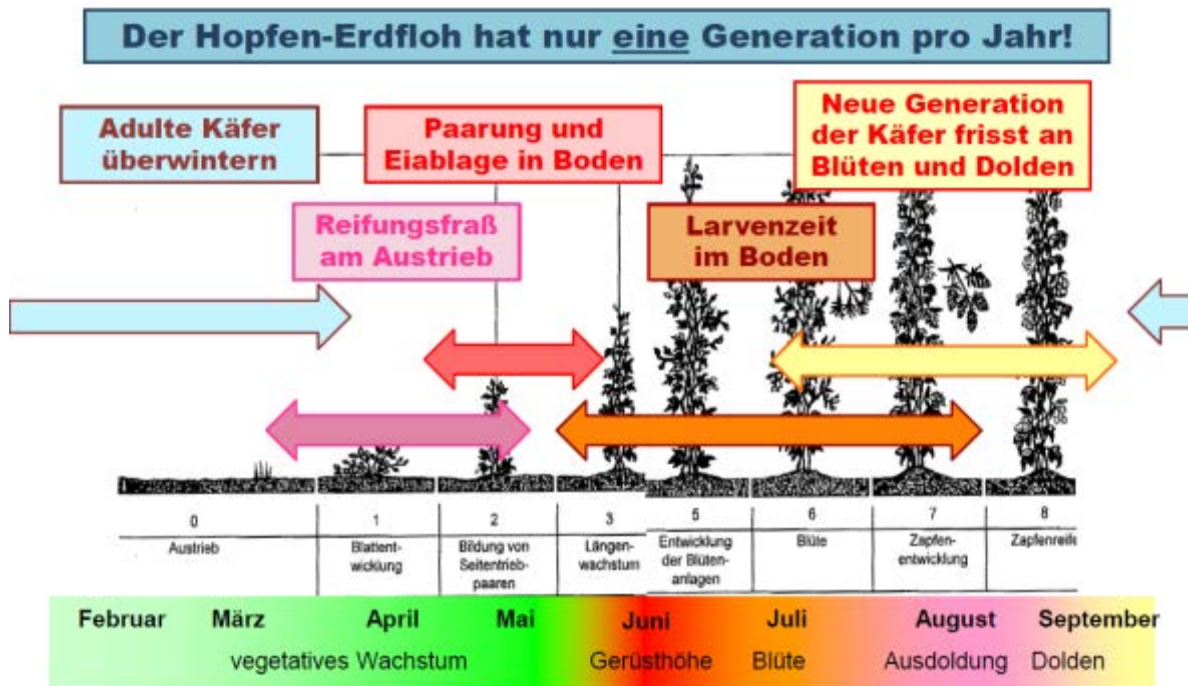


Abb. 7.3: Lebenszyklus des Hopfen-Erdflöhs *Psylliodes attenuatus* in Mitteleuropa.

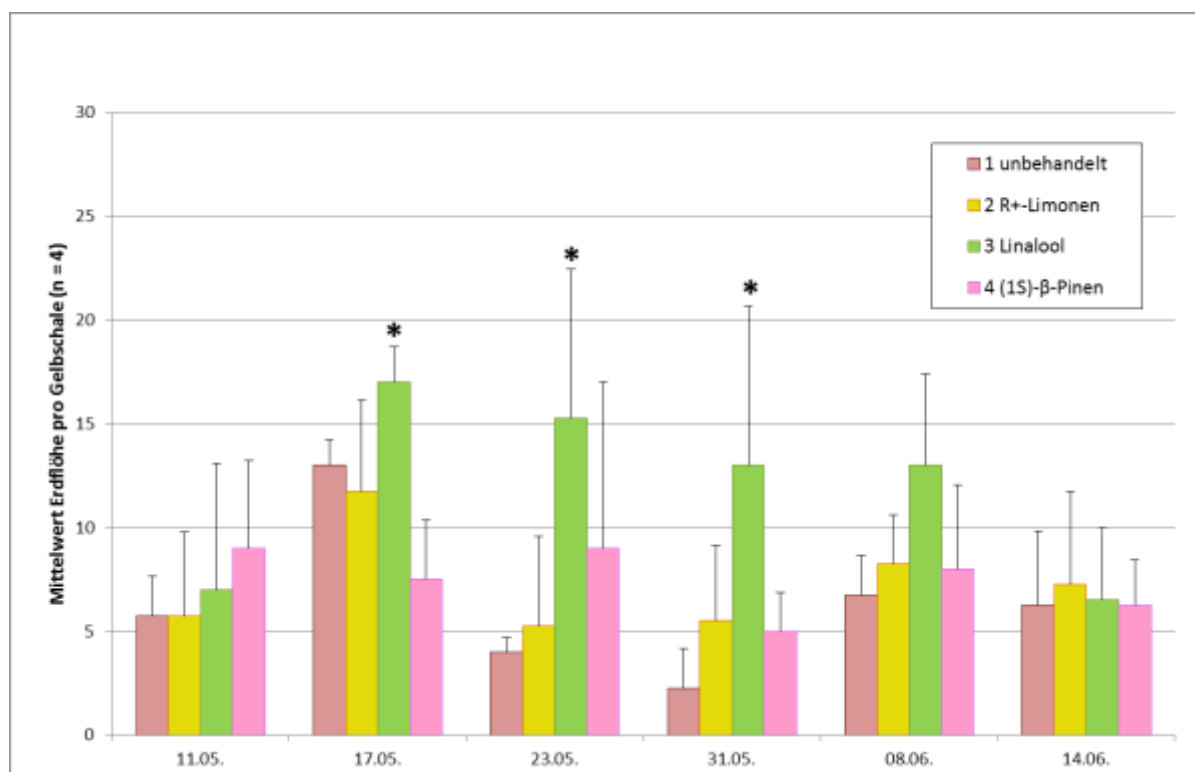


Abb. 7.4: Fänge von Hopfen-Erdflöhen im Öko-Versuchsgarten Ursbach im Frühsommer 2017. Am 17.05., 23.05. und 31.05.2017 war eine signifikant höhere Anlockung bei Fallen zu verzeichnen, die mit Linalool beködert waren (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

Die quantitative Erfassung des Schlupfes der frischen Erdflöhe im Hochsommer über Photoelektronen ergab am Standort Laipersdorf ein Schadpotential von mehr als 6 Millionen Käfern pro Hektar (bzw. 3.000 Individuen pro Hopfenpflanze) in einem Öko-Hopfungarten.

Ein Versuch mit Brennesseln als Fangpflanze zum Weglocken der Erdflöhe vom Hopfen blieb wirkungslos.

Ein Versuch mit Hopfen-Betasäuren als Repellent zur Abschreckung der Erdflöhe vom Hopfen blieb wirkungslos.

Zweijährige Versuche zur Bekämpfung der Erdflöh-Larven im Boden über den Einsatz entomopathogener Pilze (*Metarhizium anisopliae*, *M. brunneum*) in verschiedenen Formulierungen zeigten keinerlei Wirkung.

Zweijährige Versuche zum aktiven Fang der Erdflöhe über beleimte Erdflöh-Klappen müssen als wenig effektiv bewertet werden. In sechs mühsamen Durchgängen im Frühjahr konnten hochgerechnet maximal 50.000 Erdflöhe pro Hektar weggefangen werden, d.h. weniger als 1 % des gesamten Potentials der Schädlinge. Derartige Ansätze sind daher als reiner Aktionismus zu bewerten.

#### **Literatur:**

Beran F., Mewis I., Srinivasan R., Svoboda J., Vial Ch., Mosimann H., Boland W., Büttner C., Ulrichs Ch., Hansson B.S. & Reinecke A. 2011. Male *Phyllotreta striolata* (F.) produce an aggregation pheromone: Identification of male-specific compounds and interaction with host plant volatiles. *Journal of chemical Ecology* 37: 85-97

Heikertinger F. 1913. *Psylliodes attenuata* Koch, der Hopfen- oder Hanf-Erdflöh. II. Teil. Morphologie und Bionomie der Imago. *Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien* 63: 98-136

Tölg F. 1913. *Psylliodes attenuata* Koch, der Hopfen- oder Hanf-Erdflöh. I. Teil. Morphologie und Biologie der Präimaginalstadien. *Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien* 63: 1-25

## **7.2 Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbau-Praxis über Untersaaten**

Vor allem im ökologischen Hopfenbau ist die Möglichkeit eines effektiven, nachhaltigen, biologischen Spinnmilbenmanagements wichtig, um eine Alternative zum vorbeugenden Einsatz von Molke und Schwefel zu bieten, da diese Methoden vorhandene Nützlinge gefährden. Aufgrund aktueller Diskussionen über Spritzmittelzulassungen, Umweltbelastung und Bienengefährdung durch Pflanzenschutzmitteleinsatz in der Landwirtschaft wird eine wirksame biologische Bekämpfung der Gemeinen Spinnmilbe im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes allerdings auch für konventionell bewirtschaftete Betriebe zunehmend interessant.

Hauptziel ist die Etablierung der autochthonen Raubmilbenart *Typhlodromus pyri*. Diese Raubmilbe ist eine im deutschen Wein- und Obstbau verbreitete, heimische Art, die in der Lage ist, verschiedene Schadmilbenarten (Spinnmilben, Kräuselmilben, Pockenmilben) wie auch Gräserpollen als Nahrungsquelle zu nutzen. Durch diese geringe Spezialisierung bzw. durch die Nutzung alternativer Nahrungsquellen kann *T. pyri* langfristig stabile Populationen aufbauen. Die dauerhafte Ansiedelung von *T. pyri* soll eine kontinuierliche Spinnmilbenminderung bewirken, die einen schädigenden Befall des Hopfens weitgehend verhindert.



*Abb. 7.5: Frostrutenstück aus einem Weinberg mit Raubmilbenbesatz (*T. pyri*) zum "Animpfen" des Hopfengartens in der Aufleitung platziert*



*Abb. 7.6: Bohnenblatt mit Raubmilbenmix in der Hopfenaufleitung*



*Abb. 7.7: Gut etablierte Rohrschwengel-Untersaat (rechts) im Versuchsgarten Ursbach im Vergleich zur normalen Begrünung*

Zusätzlich soll der Einsatz von gezüchteten allochthonen Raubmilben optimiert werden, welche bei zu befürchtendem extremem Auftreten der Gemeinen Spinnmilbe ergänzend eingesetzt werden können. Im Versuch wird ein Mix aus *Phytoseiulus persimilis* und *Neoseiulus californicus* verwendet. Diese Mischung aus zwei Raubmilbenarten hat in vorangegangenen Versuchen erfolgversprechende Ergebnisse gezeigt; nun sollen Fragen zur bestmöglichen Methode, Zeitpunkt und Aufwandmenge geklärt werden.

Als winterharte Untersaat wird einerseits Rohrschwengel *Festuca arundinacea* verwendet, andererseits wird eine Grünlandmischung eingesetzt, die unter anderem die Gräser Wiesenfuchsschwanz *Alopecurus pratensis*, Wiesenrispe *Poa pratensis* und Wiesenschwengel *Festuca pratensis* enthält. Hintergrund dieser Auswahl ist die Fähigkeit der Raubmilben, sich zeitweise alternativ von Gräserpollen zu ernähren. Auf diese Weise soll das Überleben der Raubmilben im Frühjahr zwischen der winterlichen Ruhephase und dem Beginn des Spinnmilbenbefalls im Hopfen sichergestellt werden. Des Weiteren sollen diese Untersaaten das Mikroklima im Hopfengarten ganzjährig positiv zugunsten der Raubmilben beeinflussen.

Ein zusätzliches Versuchselement ist die Pflanzung von Erdbeeren als holzigen Pflanzen, angelehnt an die Bedingungen im Wein- und Obstbau, zur Überwinterung der Raubmilben in den Fahrgassen eines Hopfengartens anstelle einer Untersaat.

Der Spinnmilbenbefall entwickelte sich an den fünf Versuchsstandorten im ersten Projektjahr recht unterschiedlich: Während an einem Standort zu mehreren Boniturterminen je nach Behandlungsvariante im Schnitt dreistellige Spinnmilbenzahlen pro Blatt gefunden wurden, baute sich an einem anderen Standort nicht einmal ein Befall von vier Spinnmilben pro Blatt auf. Entsprechend unterschiedlich zeigte sich auch der Erfolg des Raubmilbeneinsatzes. Beispielfhaft werden die Boniturergebnisse vom Standort Laipersdorf gezeigt. Es gelang allerdings an allen Standorten Raubmilben zu etablieren, sodass an jedem Standort Raubmilben und/oder deren Eier zu allen Boniturterminen gefunden wurden.

Tab. 7.1: Summe der gefundenen Raubmilben/Raubmilbeneier über alle Parzellen zu den jeweiligen Bonituren (1 bis 6) an jedem der Versuchsstandorte

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Benzendorf</b>	2/5	4/2	6/9	0/16	6/27	2/33
<b>Laipersdorf</b>	2/1	4/17	4/11	3/16	6/31	1/60
<b>Oberulrain</b>	66/66	166/149	278/366	798/299	74/19	9/6
<b>Starzhausen</b>	29/26	37/48	91/178	97/93	382/156	745/60
<b>Ursbach</b>	0/24	1/20	0/55	1/39	0/46	16/124

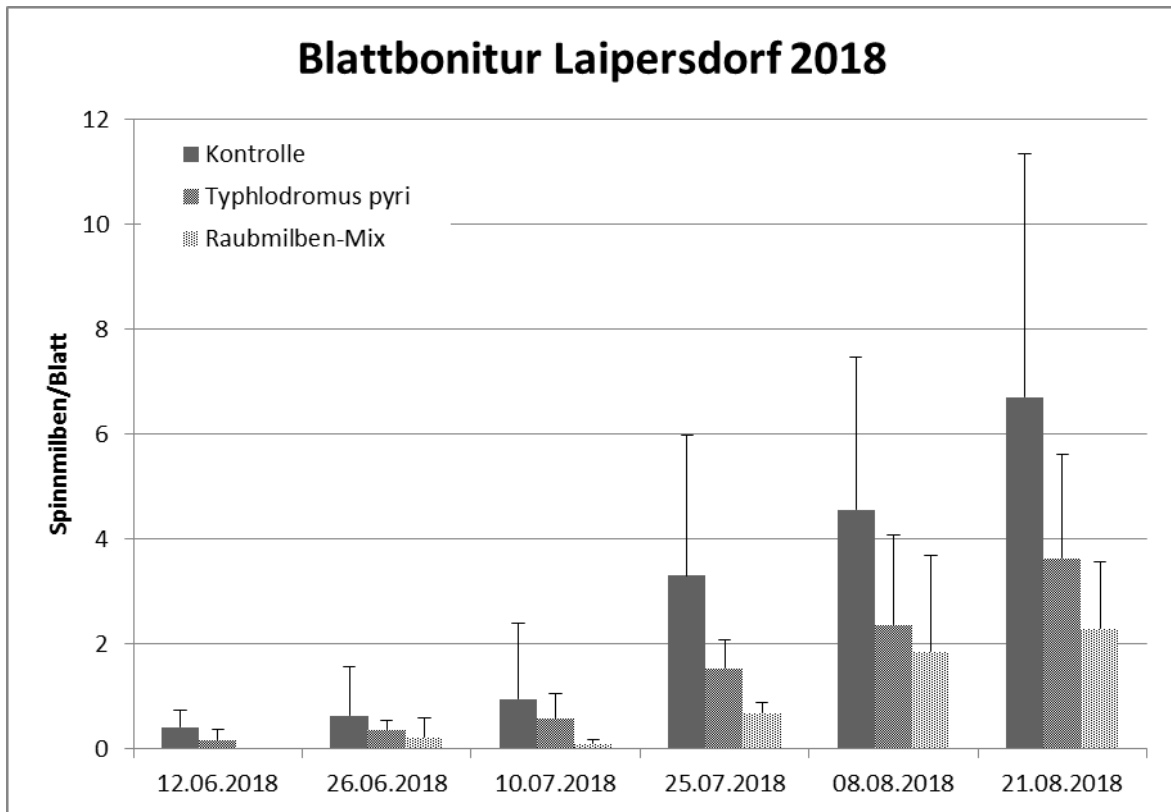


Abb. 7.8: Spinnmilbenbefall am Versuchsstandort Laipersdorf (Anbaugelände Hersbruck) zu den sechs Boniturterminen mit zwei verschiedenen Raubmilben-Varianten sowie einer nicht gegen Spinnmilben behandelten Kontrolle



## 8 Hopfenqualität und Analytik

ORR Dr. Klaus Kamhuber, Dipl.-Chemiker

### 8.1 Allgemeines

Die Arbeitsgruppe IPZ 5d führt im Arbeitsbereich IPZ 5 Hopfen alle analytischen Untersuchungen durch, die zur Unterstützung von Versuchsfragen der anderen Arbeitsgruppen, insbesondere der Hopfenzüchtung, benötigt werden. Letztendlich wird Hopfen wegen seiner Inhaltsstoffe angebaut. Deshalb kann ohne Hopfenanalytik keine Hopfenzüchtung und Hopfenforschung betrieben werden.

Der Hopfen hat drei Gruppen von wertgebenden Inhaltsstoffen. Dies sind in der Reihenfolge ihrer Bedeutung die Bitterstoffe, die ätherischen Öle und die Polyphenole (Abb. 8.1).



Abb. 8.1: Die wertgebenden Inhaltsstoffe des Hopfens

Die alpha-Säuren gelten als das primäre Qualitätsmerkmal des Hopfens, da sie ein Maß für das Bitterpotential sind und Hopfen auf Basis des alpha-Säuregehalts zum Bier hinzugegeben wird (derzeit international etwa 4,3 g alpha-Säuren zu 100 l Bier). Auch bei der Bezahlung des Hopfens bekommen die alpha-Säuren eine immer größere Bedeutung. Entweder wird direkt nach Gewicht alpha-Säuren (kg alpha-Säuren) bezahlt, oder es gibt in den Hopfenlieferungsverträgen Zusatzvereinbarungen für Zu- und Abschläge, wenn ein Neutralbereich über- bzw. unterschritten wird.

Die Wirkungen des Hopfens im Bier sind sehr vielfältig. Seine wichtigsten Eigenschaften sind jedoch, dass er dem Bier die feine Bittere und das angenehme feine Aroma verleiht (Abb. 8.2).

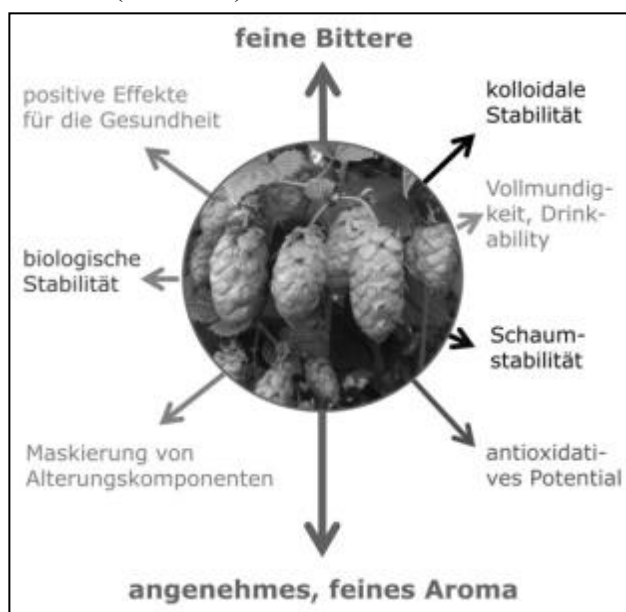


Abb. 8.2: Was bewirkt der Hopfen im Bier

## 8.2 Die Craft Brewer Bewegung revolutioniert die Hopfenphilosophie

Als Gegenbewegung zur industriellen Bierherstellung ist in den USA eine neue Philosophie des Bierbrauens entstanden, die sogenannte Craft Brewer Szene. Dieser Trend ist nun zuerst über Belgien, Skandinavien und Italien auch nach Deutschland übergeschwappt. Die Craft Brewer wollen wieder geschmacksintensive und kunstvoll gebraute Biere herstellen. Dieser Trend hat eine starke Eigendynamik entwickelt und als positiven Nebeneffekt, dass wieder sehr viel mehr über Bier und Hopfen gesprochen wird. Die Craft Brewer wünschen Hopfen mit besonderen und teilweise hopfenuntypischen Aromen. Diese werden unter dem Begriff „Special Flavor-Hops“ zusammengefasst. Dadurch ist auch wieder eine viel differenziertere Wahrnehmung der unterschiedlichen Hopfensorten und Anbaugelände entstanden.

### 8.2.1 Die Kalthopfung erlebt eine Renaissance

Beim Craft Brewing wurde die Technik der Kalthopfung (dry hopping, Hopfenstopfen) wiederentdeckt, dieses Verfahren war schon im neunzehnten Jahrhundert bekannt und erlebt jetzt wieder eine Renaissance. Diese Methode entspricht im Prinzip einer Kaltextraktion. Zum fertigen Bier im Lagertank wird noch einmal Hopfen meistens auf Basis des Ölgehalts hinzugegeben. Bier ist ein polares Lösungsmittel, da es zu 92 % aus Wasser und zu 5 % aus Ethanol besteht, so dass vor allem polare Inhaltsstoffe aus dem Hopfen herausgelöst werden (Abb. 8.3).

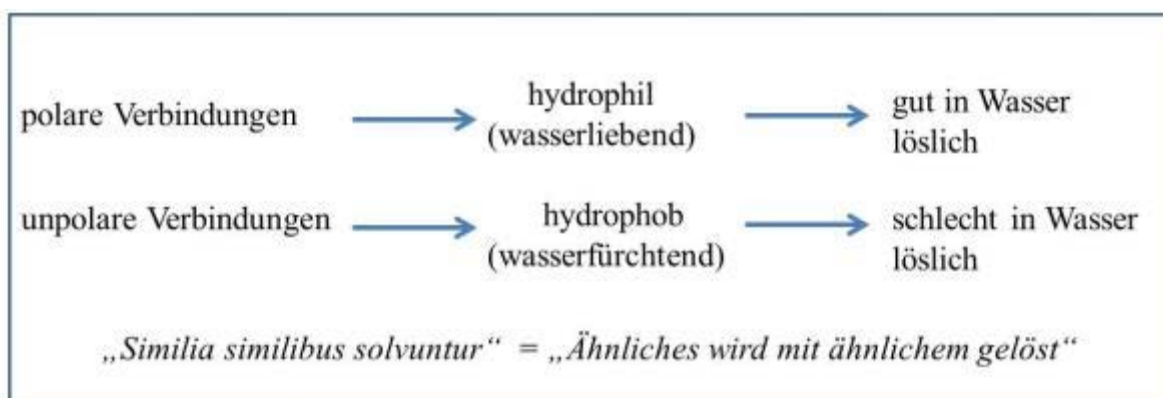


Abb. 8.3: Das Löslichkeitsverhalten von Hopfeninhaltsstoffen basiert auf der Polarität

Alpha-Säuren gehen nur in geringem Umfang in Lösung, da sie nicht isomerisiert werden. Vor allem niedermolekulare Ester und Terpenalkohole werden ins Bier transferiert. Dies ist der Grund, warum kalt gehopfte Biere fruchtige und blumige Aromen bekommen. Aber auch unpolare Substanzen wie Myrcen werden in Spuren gelöst. Die Gruppe der Polyphenole ist ebenfalls auf Grund ihrer Polarität gut löslich. Leider gehen auch unerwünschte Stoffe wie Nitrat vollständig ins Bier über. Der durchschnittliche Nitratgehalt von Hopfen liegt etwa bei 0,9 %. Der Nitrat-Grenzwert von 50 mg/l für Trinkwasser gilt jedoch nicht für Bier. Pflanzenschutzmittel sind im allgemeinen eher unpolar und deswegen in Wasser nicht so gut löslich. Bei kalt gehopften Bieren ist gegenüber konventionellen Bieren keine Anreicherung bemerkbar.

Insgesamt bedeutet die Craft Brewer Bewegung jedoch eine enorme Chance für den Hopfenbau und wird die Hopfenwirtschaft grundlegend verändern. 20 % der Welthopfenproduktion werden für 2 % der Weltbierproduktion eingesetzt. In den USA hat sich die Hopfenfläche von 12 670 ha im Jahr 2010 auf 23 200 ha im Jahr 2018 nochmals erhöht.

Auch in Deutschland ist die Fläche auf einen Rekordwert von 20 144 ha gestiegen. Zuletzt war die Fläche 1997 größer. Die Entwicklung des Hopfenbaus weltweit wird sehr spannend werden.

### 8.2.2 Die Aromastoffe gewinnen an Bedeutung

Essen und Trinken ist ein ganzheitlicher sinnlicher Genuss, bei dem Riechen, Schmecken, trigeminale Reize und das sogenannte „gewisse Etwas“ parallel im Gehirn verarbeitet werden (Abb. 8.4). Dem Riechen kommt jedoch die größte Bedeutung zu, da Geruchseindrücke direkt ins Unterbewusstsein gelangen und dort Emotionen auslösen können. Aber auch das „gewisse Etwas“, darunter versteht man soziale Komponenten, Ambiente, Stimmungen und Geselligkeit, stellt einen großen Genussfaktor dar.

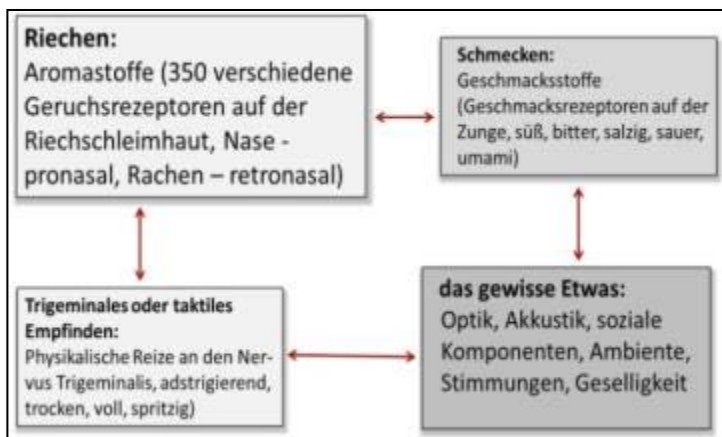


Abb. 8.4: Essen und Trinken ist ein ganzheitlicher sinnlicher Genuss

Mit der Craft Brewer Bewegung wurde der Fokus wieder mehr auf die Aromastoffe des Hopfens gerichtet, was auch eine analytische Herausforderung bedeutet. Die ätherischen Öle des Hopfens bestehen aus etwa 300-400 verschiedenen Einzelsubstanzen.

Hopfen, Bier und Wein gehören zu denjenigen Lebensmitteln, deren Aromen auch durch eine Vielzahl von Verbindungen nicht befriedigend beschrieben werden können, aber genau dies macht diese Lebensmittel für den Konsumenten auch so interessant. Das Aroma ist das Resultat vielfältiger komplexer Interaktionen einer großen Zahl von Aromastoffen (Abb. 8.5), dennoch ist ein reduktionistisches analytisches Vorgehen sinnvoll. Es ist wichtig Leitsubstanzen zu definieren, die als Markersubstanzen für ein feines Hopfenaroma dienen können, und auch zu verstehen welche Substanzen ins Bier übergehen. Bei diesem Ansatz darf aber der Blick auf das Ganze nicht vergessen werden.

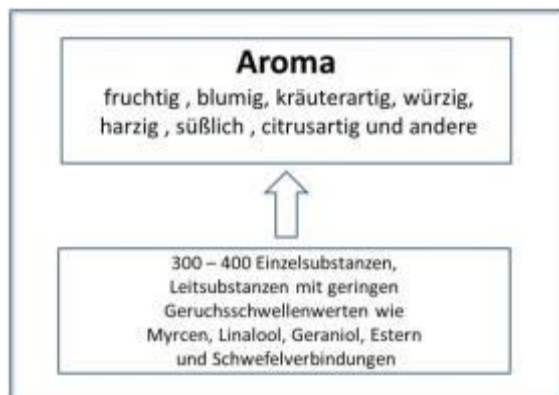


Abb. 8.5: Das Aroma ist das Resultat vielfältiger komplexer Interaktionen einer großen Anzahl von Aromastoffen

Die Craft Brewers wünschen sich Hopfensorten mit „exotischen Aromen“ wie Mandarine, Melone, Mango oder Johannisbeere.

## 8.3 Optimierung der Inhaltsstoffe als Zuchtziel

### 8.3.1 Anforderungen der Brauindustrie

Nach wie vor ist die Brauindustrie mit 95 % der Erntemenge immer noch der größte Abnehmer von Hopfen und wird dies auch in Zukunft bleiben (Abb. 8.6).



Abb. 8.6: Verwendung von Hopfen

Die Anforderungen der Brauindustrie und der Hopfenwirtschaft bezüglich der Hopfeninhaltsstoffe ändern sich stetig. Es besteht jedoch ein Konsens darüber, dass Hopfensorten mit möglichst hohen  $\alpha$ -Säuregehalten und hoher  $\alpha$ -Säurenstabilität in Bezug auf Jahrgangsschwankungen gezüchtet werden sollen. Der niedrige Cohumulonanteil als Qualitätsparameter spielt keine so große Rolle mehr. Für sogenannte Downstream-Produkte und Produkte für Beyond Brewing sind sogar Hochalphasorten mit hohen Cohumulongehalten erwünscht. Ein niedriger Cohumulonanteil ist jedoch für eine höhere Schaumstabilität günstig.

### 8.3.2 Alternative Anwendungsmöglichkeiten

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

Bei den Dolden sind vor allem die antimikrobiellen Eigenschaften der Bitterstoffe für alternative Nutzungen geeignet. Die Bitterstoffe zeigen schon in katalytischen Mengen (0,001-0,1 Gew. %) antimikrobielle und konservierende Aktivitäten und zwar in der aufsteigenden Reihenfolge Iso- $\alpha$ -Säuren,  $\alpha$ -Säuren und  $\beta$ -Säuren (Abb. 8.7).

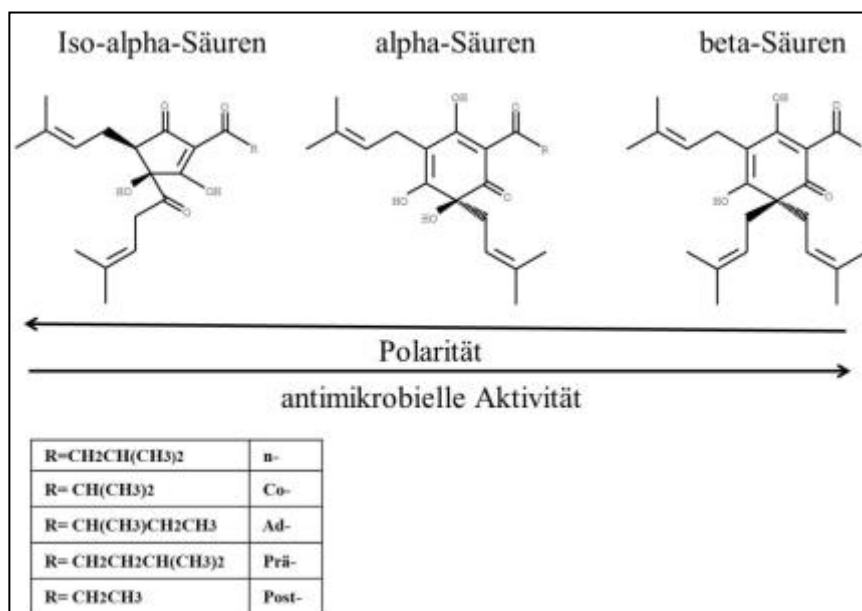


Abb. 8.7: Reihenfolge der antimikrobiellen Aktivität von Iso- $\alpha$ -Säuren,  $\alpha$ -Säuren und  $\beta$ -Säuren

Je unpolarer das Molekül ist, desto höher ist die antimikrobielle Aktivität. Die Bitterstoffe zerstören den pH-Gradienten an den Zellmembranen von Bakterien. Die Bakterien können dann keine Nährstoffe mehr aufnehmen und sterben ab (Abb. 8.8).

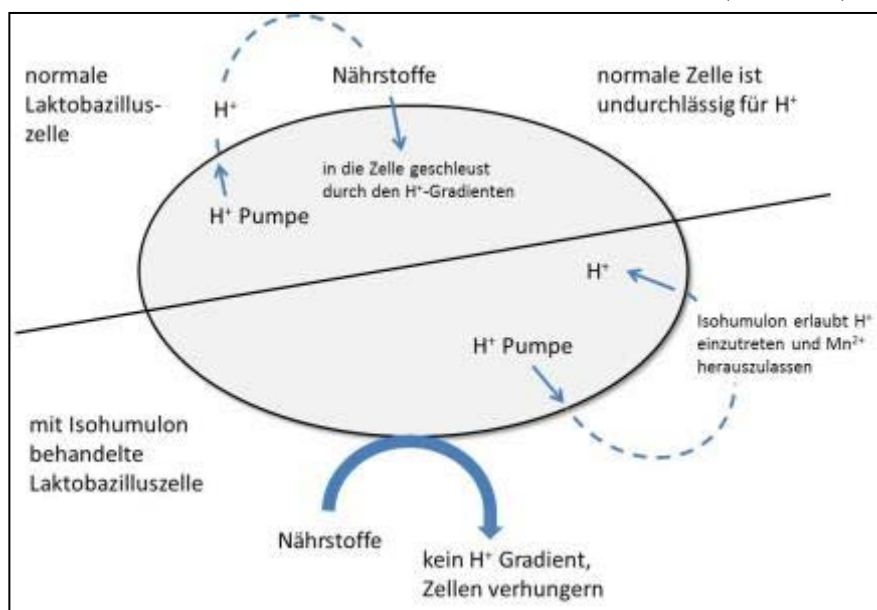


Abb. 8.8: Zerstörung des pH-Gradienten am Beispiel einer Laktobazillus-Zelle nach Buggay, L., Price, A., Stapely, S., J.

Iso-alpha-Säuren hemmen Entzündungsprozesse und haben positive Effekte auf den Fett- und Zuckerstoffwechsel. Im Bier schützen sie sogar vor dem Magenkrebs auslösenden „*Helicobacter pylori*“. Die  $\beta$ -Säuren besitzen eine effektive Wirkung gegen das Wachstum von gram-positiven Bakterien wie Listerien und Clostridien, auch können sie den Tuberkuloseerreger das „*Mycobacterium tuberculosis*“ hemmen. 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 wird bereits sehr erfolgreich Formalin durch  $\beta$ -Säuren ersetzt. Weitere Anwendungsmöglichkeiten hinsichtlich der antimikrobiellen Aktivität sind: die Verwendung als Konservierungsmittel in der Lebensmittelindustrie (Fisch-, Fleischwaren, Milchprodukte), die Hygienisierung von biologischen 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 auch ein Zuchtziel in Hüll, den  $\beta$ -Säuregehalt zu erhöhen. Momentan liegt der Rekord bei einem Gehalt um etwa 20 %. Es gibt sogar einen Zuchtstamm, der nur  $\beta$ -Säuren produziert und keine  $\alpha$ -Säuren. Diese Sorte wird zur Herstellung von Tee genutzt.

Hopfen ist auch für den Bereich Gesundheit, Wellness, Nahrungsergänzungsmittel und Functional Food interessant, da er eine Vielzahl polyphenolischer Substanzen besitzt. Mit einem Polyphenolgehalt von bis zu 8 % ist Hopfen eine sehr polyphenolreiche Pflanze. Polyphenole gelten im Allgemeinen als sehr positiv für die Gesundheit, da sie antioxidativ sind und freie Radikale einfangen können. Substanzen mit sehr hohen antioxidativen Potentialen sind die oligomeren Proanthocyanidine (bis 1,3 %) und glykosidisch gebundenes Quercetin (bis 0,2 %) bzw. Kämpferol (bis 0,2 %). Mit bis zu 0,5 % sind auch die Multifidole Hauptbestandteile des Hopfens. Der Name leitet sich von der tropischen Pflanze *Jatropha multifida* ab, da diese Verbindungen in deren Milchsafte vorkommen. Diese Substanzen haben entzündungshemmende Eigenschaften. Im Hopfen kommen auch prenylierte Flavonoide wie z.B. 8-Prenylnaringenin (eines der stärksten Phytoöstrogene) in Spuren vor. Deswegen hat der Hopfen eine leichte östrogene Aktivität.

Von allen Hopfenpolyphenolen erlangte jedoch das Xanthohumol die größte öffentliche Aufmerksamkeit und die wissenschaftlichen Arbeiten darüber sind geradezu explodiert. Inzwischen ist auch die gesundheitsfördernde Wirkung von Xanthohumol wissenschaftlich von der EFSA (European Food Security Authority) belegt (health claims), damit kann Xanthohumol auch für Anwendungen im Bereich Nahrungsergänzungsmittel und Functional Food vermarktet werden. Umfangreiche Informationen über die Geschichte des Xanthohumols und dessen Wirkungen können auf der Homepage der Firma T.A. XAN Development S.A.M. <https://www.xan.com/> gefunden werden. Xanthohumol hilft beinahe gegen alles (Abb. 8.9), am interessantesten ist jedoch, dass Xanthohumol gegen Krebs wirkt.

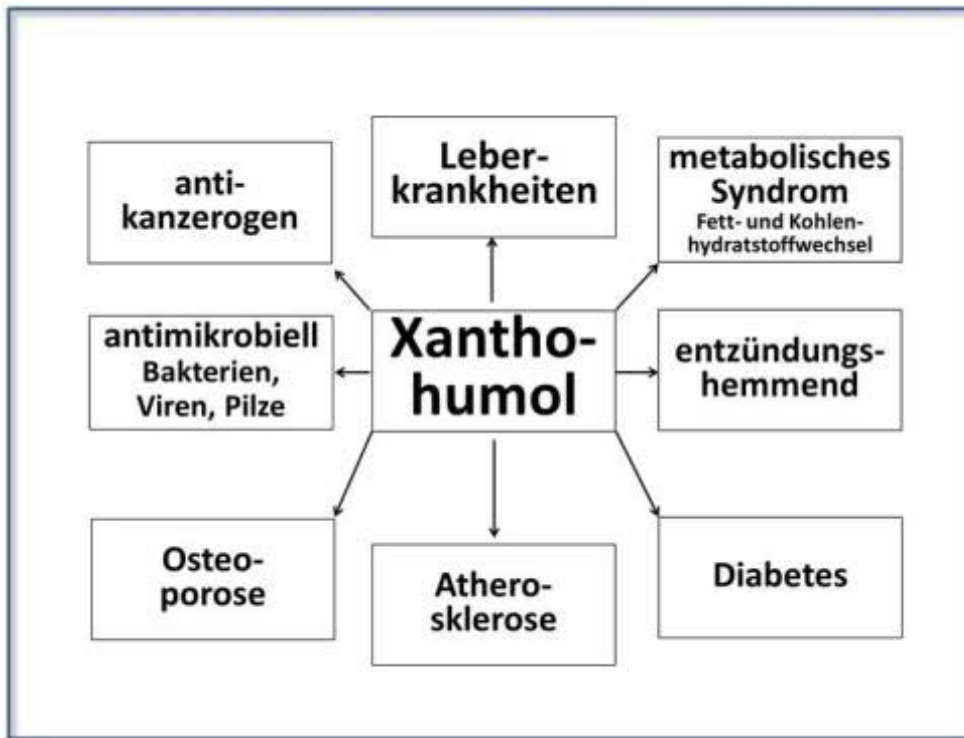


Abb. 8.9: Xanthohumol hilft gegen beinahe alles

Während des Brauprozesses findet eine ständige Umwandlung dieser Substanzen statt (Abb. 8.10).

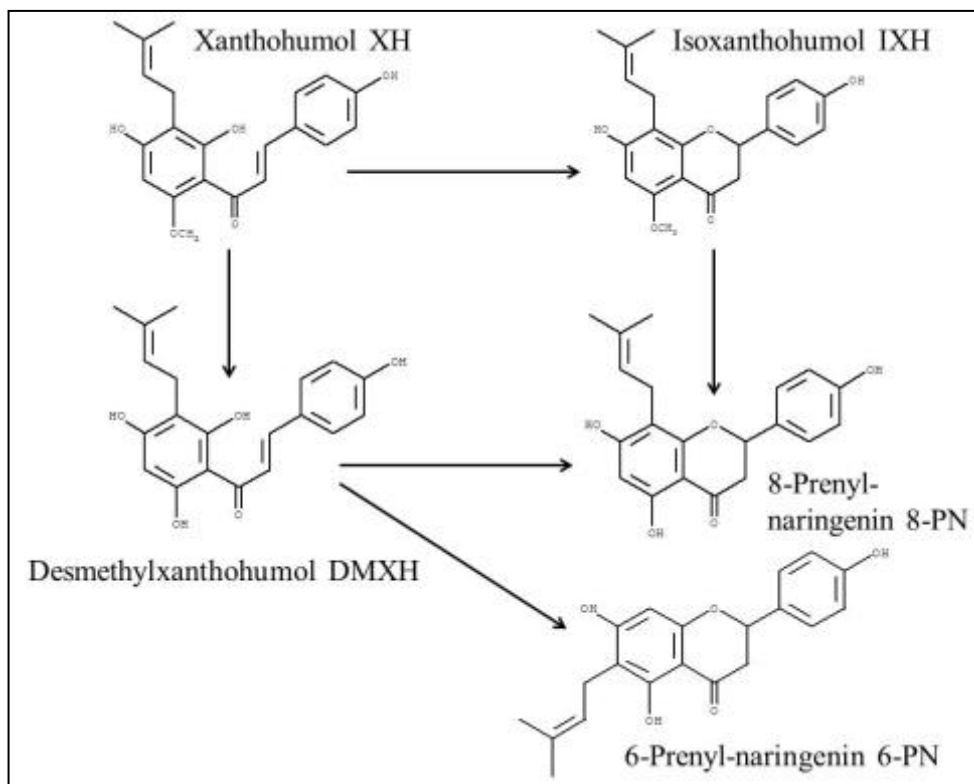


Abb. 8.10: Umwandlung prenylierter Flavonoide während des Brauprozesses

Die Tab. 8.1 zeigt die Konzentrationen von Prenylflavonoiden in Hopfen und Bier.

*Tab. 8.1: Konzentrationen von Prenylflavonoiden in Hopfen und Bier*

	<b>XH</b>	<b>IXH</b>	<b>8-PN</b>	<b>6-PN</b>	<b>DMXH</b>
Hopfen (% TM)	0,48	0,008	0,002	0,007	0,12
<b>Bier (µg/l)</b>					
Lager/Pilsner (USA)	9 - 34	400 - 680	13 – 17	31 – 38	0
Pilsner (Europa)	12 - 28	570-1 060	8 – 33	22 – 55	0
Porter (USA)	690	1 330	240	560	0
Porter (Europa)	n.d.	n.d.	42	n.d.	0
Hefeweizen (USA)	5	300	8	11	0
Hefeweizen (Europa)	n.d.	n.d.	10 12	n.d.	0
Ale (USA)	240	3440	110	200	0
Ale (Europa)	n.d.	n.d.	9 – 21	n.d.	0
Stout (Europa)	340	2100	24 – 139	170	0

n.d. = not detectable

### Referenzen:

Stevens JF, Page JE: Xanthohumol and related prenylflavonoids from hops and beer: to your good health! *Phytochem* 65 (2004) 1317-1330.

Stevens JF, Taylor AW, Deinzer ML: Quantitative analysis of xanthohumol and related prenylflavonoids in hops and beer by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *J Chromatogr A* 832 (1999) 97-107.

Rong H, Lazou K, De Keukeleire D, Milligan SR, Sandra P: Quantitation of 8-prenylnaringenin, a novel phytoestrogen in hops (*Humulus lupulus* L), hopproducts, and beers, by benchtop HPLC-MS using electrospray ionization. *Chromatographia* 51 (2000) 545-552.

Schaefer O, Bohlmann R, Schleuning WD, Schulze-Forster K, Hümpel M: Development of a radioimmunoassay for the quantitative determination of 8-prenylnaringenin in biological matrices. *J Agric Food Chem* 53 (2005) 2881-2889.

Xanthohumol wird beim Würzekochen zu Iso-Xanthohumol isomerisiert und Demethylxanthohumol zu 8- und 6-Prenylnaringenin. Deshalb ist Desmethylxanthohumol auch nicht im Bier zu finden und die Konzentrationen der prenylierten Naringenine sind im Bier deutlich höher als im Hopfen.

Die östrogene Wirkung von 8-Prenylnaringenin (8-PN) ist darauf zurückzuführen, dass 8-Prenylnaringenin eine ähnliche Struktur wie das weibliche Sexualhormon 17-β-Östradiol aufweist. Auch Soja enthält östrogenaktive Substanzen, wie die Isoflavone Daidzein und Genistein, welche jedoch in ihrer Aktivität geringer als 8-PN sind.



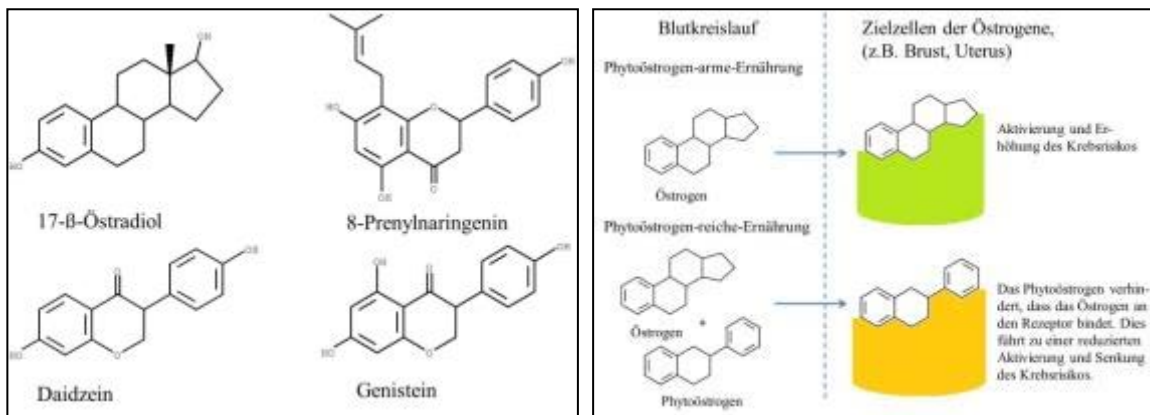


Abb. 8.11: Strukturen von Phytoöstrogen im Vergleich zu 17-β-Östradiol und die Wirkung dieser Substanzen nach [Prof. Dr. med. Richard Béliveau](#) und [Dr. med. Denis Gingras](#)

8-Prenylnaringenin und die anderen Phytoöstrogene können die Östrogenrezeptoren von Zielzellen wie Brust- oder Uteruszellen besetzen und somit verhindern, dass ein Östrogen an den Rezeptor bindet, so werden hormonbedingte Krebsarten wie z.B. Brustkrebs oder Prostatakrebs reduziert (Abb. 8.11). In Asien wird sehr viel Nahrung gegessen, die aus Soja hergestellt wird. Dies ist der Grund, weshalb in Asien hormonbedingte Krebsarten in geringerem Umfang auftreten als in Europa und in den USA.

Aromahopfen haben in der Regel einen höheren Polyphenolgehalt als Bitterhopfen. Wenn bestimmte Inhaltsstoffe gewünscht werden, kann Hüll jederzeit reagieren und die Züchtung in Zusammenarbeit mit der Analytik auf diese Stoffe züchten.

## 8.4 Welthopfensortiment (Ernte 2017)

Vom Welthopfensortiment werden jedes Jahr die ätherischen Öle mit Headspace- Gaschromatographie und die Bitterstoffe mit HPLC analysiert. Die Tab. 8.2 zeigt die Ergebnisse des Erntejahres 2017. Sie kann als Hilfsmittel dienen, um unbekannte Hopfensorten einem bestimmten Sortentyp zuzuordnen.

Tab. 8.2: Welthopfensortiment (Ernte 2017)

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	$\gamma$ -Muurolen	$\beta$ -Selinen	$\alpha$ -Selinen	$\beta,\gamma$ -Cadinen	Selinadien	Gera-niol	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	$\beta/a$	Cohu-mulon	Colu-pulon
Admiral	9944	2574	1	274	142	0	7	729	6	20	3	5	44	0	1	14,2	5,2	0,37	43,8	66,2
Agnus	2563	348	1	15	22	0	3	311	0	22	4	8	43	0	2	10,4	5,7	0,55	32,9	56,3
Ahil	5393	1394	131	10	68	0	2	514	53	22	6	12	43	1	11	6,2	3,4	0,55	32,9	55,8
Alliance	2919	214	0	2	49	0	4	693	3	26	3	5	51	0	0	3,9	2,2	0,57	29,5	51,3
Apolon	5989	415	163	24	72	0	1	502	69	21	5	10	40	1	8	6,5	3,4	0,52	26,5	47,1
Aquila	7034	432	0	531	75	47	7	82	0	28	48	105	29	145	8	4,3	3,5	0,82	44,8	68,4
Ariana	7039	1046	313	274	47	0	12	755	0	27	24	49	51	1	2	7,7	4,6	0,59	40,1	57,1
Aromat	1233	8	3	37	128	0	14	764	42	27	1	5	46	0	1	1,8	3,2	1,81	25,5	40,5
Atlas	4239	1864	105	10	53	0	0	489	32	23	8	15	44	0	12	6,0	3,2	0,53	38,5	60,8
Aurora	6626	923	6	396	153	0	8	662	52	19	3	4	43	0	1	9,1	3,9	0,43	19,8	45,9
Backa	8460	2023	0	74	71	0	11	697	16	26	3	4	46	0	0	7,1	4,8	0,67	38,9	61,7
Belgisch Spalter	5323	636	1	81	67	14	2	397	0	26	20	47	40	84	0	4,5	2,7	0,61	27,0	50,0
Blisk	4581	987	93	11	62	0	0	577	36	28	6	12	51	0	9	6,7	3,0	0,44	32,7	56,4
Bobek	1044	981	70	313	185	0	5	687	35	23	3	5	45	0	6	5,4	5,8	1,07	23,2	45,5
Bor	8442	289	6	321	35	0	2	725	0	17	3	4	38	0	2	6,9	3,7	0,53	22,4	46,4
Bramling Cross	8784	1055	15	17	108	0	10	639	0	28	6	12	50	10	1	2,2	2,9	1,33	35,0	60,4
Braustern	4075	486	0	191	26	0	2	566	0	22	3	4	46	0	1	6,7	4,3	0,64	27,2	48,4
Brewers Gold	2312	693	73	46	44	0	0	392	0	25	5	10	48	0	9	6,6	4,0	0,61	37,4	63,8
Brewers Stand	1173	3261	298	140	174	40	14	84	0	218	72	154	352	237	15	7,6	4,0	0,52	25,7	46,3
Buket	6389	927	1	385	80	0	3	591	26	25	3	4	49	0	2	8,1	4,0	0,49	20,6	51,5
Bullion	3714	1024	79	65	47	0	1	396	0	24	6	12	31	0	2	5,1	4,0	0,80	37,9	63,6
Callista	8122	953	264	15	231	0	4	755	0	41	60	128	71	0	1	2,8	6,7	2,36	15,6	35,9
Cascade	8387	1111	122	55	58	0	2	584	24	31	13	27	50	1	5	5,6	5,5	0,98	33,4	50,4

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	$\gamma$ -Muurolen	$\beta$ -Selinen	$\alpha$ -Selinen	$\beta,\gamma$ -Cadinen	Selinadien	Geraniol	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	$\beta/a$	Cohumulon	Colupulon
Centennial	1105	1974	268	24	79	0	0	504	0	29	3	4	57	0	21	7,1	2,5	0,36	27,3	52,3
Chang bei 1	3423	31	10	5	94	0	8	584	8	29	20	43	45	50	1	2,4	3,4	1,43	20,8	38,6
Chang bei 2	3666	21	14	4	94	0	8	603	8	31	19	39	48	52	1	2,3	3,3	1,45	19,7	38,3
Chinook	4381	1007	53	17	19	0	2	461	0	75	13	21	142	32	3	8,7	2,9	0,33	30,5	53,5
Columbus	4042	843	85	24	30	0	4	387	0	51	11	19	92	35	2	12,9	4,5	0,35	35,7	59,5
Comet	1598	611	51	22	44	0	6	20	0	10	61	125	9	27	2	6,6	2,6	0,39	40,2	59,5
Crystal	4866	29	13	15	76	56	1	523	0	42	40	78	45	101	0	1,5	6,6	4,57	15,2	30,7
Density	1305	624	0	7	126	0	12	658	0	20	4	8	35	0	0	2,0	2,8	1,41	35,3	59,6
Diva	6689	741	14	139	101	0	9	661	9	27	84	189	55	0	4	5,7	5,7	1,00	23,3	45,2
Dr. Rudi	1146	1779	137	144	116	0	7	732	0	20	3	6	39	0	1	6,5	4,6	0,70	38,2	59,9
Early Choice	6780	529	0	109	16	0	4	587	0	16	29	71	34	0	0	1,5	1,0	0,70	34,9	53,0
Eastwell Golding	4533	195	0	34	43	0	4	684	0	20	3	4	41	0	0	4,3	3,0	0,71	25,2	46,2
Emerald	4587	321	22	59	16	0	4	744	0	21	3	5	42	0	1	3,9	3,8	0,97	26,3	45,2
Eroica	6587	1914	271	824	1	0	5	459	0	4	7	14	33	0	1	8,1	6,1	0,75	39,8	63,5
Estera	5440	545	0	22	69	0	4	654	18	20	3	4	42	0	0	2,9	2,1	0,72	31,8	49,9
First Gold	4490	1132	4	76	59	0	4	662	11	24	76	176	51	0	2	8,3	4,5	0,54	29,8	51,6
Fuggle	4153	643	0	23	53	0	3	610	22	20	3	5	44	0	0	3,0	2,2	0,75	30,3	49,0
Galena	4131	1611	286	360	1	0	5	479	0	21	7	15	40	0	1	9,0	6,8	0,75	40,3	62,4
Ging Dao Do Hua	9268	2697	0	21	75	0	15	616	0	63	42	86	112	0	9	4,6	4,7	1,02	44,9	67,2
Glacier	6588	303	12	15	68	0	2	748	0	22	3	5	46	0	1	2,6	4,6	1,76	18,3	38,7
Golden Star	8473	2911	0	9	66	0	14	689	0	62	40	87	104	1	6	3,6	3,9	1,09	47,4	69,1
Granit	7809	407	53	60	34	0	5	571	0	14	7	13	36	0	1	4,4	3,4	0,78	22,2	44,9
Green Bullet	1764	868	109	66	82	0	7	695	0	19	3	5	36	0	0	6,9	4,7	0,68	40,9	65,5
Hallertau Blanc	2474	2724	794	122	182	0	6	169	0	5	342	793	54	1	7	9,4	5,2	0,55	20,0	36,9
Hallertauer Manum	5563	594	164	102	23	0	2	723	0	17	3	4	44	0	1	11,3	6,4	0,57	26,2	43,2

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulon	Farne-sen	$\gamma$ -Muu-rolen	$\beta$ -Seli-nen	$\alpha$ -Seli-nen	$\beta,\gamma$ -Ca-dinen	Seli-nadien	Gera-niol	$\alpha$ -Säu-ren	$\beta$ -Säu-ren	$\beta/a$	Cohu-mulon	Colu-pulon
Hallertauer Merkur	3651	736	130	23	68	0	2	637	0	25	4	6	53	0	1	12,0	5,4	0,45	15,7	38,7
Hallertauer Mfr.	2456	432	2	5	77	0	3	688	0	30	4	6	58	0	1	3,7	4,4	1,18	20,3	38,9
Hallertauer Taurus	7017	483	88	98	124	0	1	616	0	22	42	96	46	0	1	13,2	4,2	0,32	20,7	43,0
Hallertauer Traditon	4267	682	39	18	98	0	2	714	0	21	3	5	50	0	0	6,6	4,5	0,69	24,5	45,7
Harmony	4484	335	2	52	112	0	3	550	0	22	53	124	45	0	1	6,6	5,9	0,88	21,8	42,0
Herald	5213	1174	3	564	32	0	7	460	0	18	17	39	42	0	4	11,0	4,2	0,38	31,2	59,8
Herkules	6091	928	343	425	30	0	5	693	0	19	3	4	43	0	3	17,3	5,1	0,29	31,6	49,9
Hersbrucker Pure	6066	666	0	154	130	20	5	521	4	26	22	47	39	80	1	3,5	2,1	0,60	21,4	44,5
Hersbrucker Spät	2742	236	56	8	87	39	2	510	0	35	30	63	46	75	1	3,9	7,1	1,82	15,8	32,2
Huell Melon	1518	6228	2	193	94	0	13	151	61	70	267	586	121	175	26	6,5	7,3	1,11	27,9	47,8
Hüller Anfang	2945	649	21	1	82	0	3	760	0	37	4	7	62	0	0	1,5	2,7	1,80	27,0	41,1
Hüller Aroma	5744	426	1	2	100	0	7	782	0	29	3	5	50	0	0	1,7	2,8	1,63	27,2	45,1
Hüller Fortschritt	5365	246	19	3	99	0	7	764	0	26	3	5	48	0	0	1,7	3,3	1,96	28,0	43,0
Hüller Start	2765	164	0	7	34	0	5	764	0	35	3	6	59	0	0	1,5	2,8	1,90	25,8	42,6
Kazbek	3402	909	91	70	42	0	1	401	0	24	7	13	35	1	2	4,3	4,1	0,94	35,9	60,6
Kirin 1	5906	2455	0	6	67	0	13	612	0	72	41	92	120	0	6	3,5	3,9	1,10	46,8	68,5
Kirin 2	7635	2554	0	13	67	0	15	628	0	69	46	93	119	0	6	3,9	3,9	1,02	47,1	69,6
Kitamidori	2572	46	20	126	11	0	0	654	25	24	3	4	45	0	1	7,0	4,3	0,61	19,4	36,5
Kumir	4633	287	4	58	67	0	2	700	8	22	3	5	47	0	1	7,9	4,1	0,52	20,5	43,9
Late Cluster	1990	3739	278	175	164	48	17	98	0	202	69	142	344	197	15	7,5	4,2	0,56	25,9	46,4
Lubelski	8603	90	33	11	121	0	14	811	30	29	6	12	53	0	2	3,6	4,4	1,20	23,5	40,4
Mandarina Bavaria	1180	2511	77	90	80	0	10	755	4	44	64	217	82	1	27	6,5	5,2	0,80	31,2	51,2
Marynka	5194	907	1	223	40	0	1	249	137	15	5	10	32	0	6	8,0	3,2	0,40	19,5	48,4
Mt. Hood	1236	419	68	6	59	0	2	478	0	46	4	7	74	0	2	3,5	5,4	1,56	19,5	40,2
Neoplanta	4490	507	0	154	21	0	3	517	14	23	2	4	45	0	0	5,6	3,7	0,65	36,2	64,9

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulon	Farnesen	$\gamma$ -Muurolen	$\beta$ -Selinon	$\alpha$ -Selinon	$\beta,\gamma$ -Cadinen	Selinadien	Geraniol	$\alpha$ -Säuren	$\beta$ -Säuren	$\beta/a$	Cohumulon	Colupulon
Neptun	3007	435	207	27	55	0	1	384	0	22	2	3	47	0	1	13,7	4,9	0,36	21,9	42,1
Northern Brewer	3011	510	0	178	34	0	2	451	0	20	2	4	40	0	1	8,7	4,1	0,47	25,2	47,2
Nugget	3916	476	5	124	43	0	1	454	0	14	7	13	31	0	1	11,7	4,5	0,39	25,5	50,0
NZ Hallertauer	7766	1343	0	118	93	4	3	417	21	21	17	36	32	54	1	1,9	4,7	2,48	29,9	56,7
Opal	3141	291	56	78	94	0	2	457	1	23	1	4	47	1	2	7,2	5,1	0,71	12,2	30,8
Orion	3331	654	24	24	57	0	5	479	0	28	2	4	52	0	0	6,1	4,2	0,69	27,1	53,1
Perle	2957	330	0	168	14	0	1	515	0	18	2	4	40	0	0	6,0	4,2	0,69	31,0	53,7
Phoenix	4637	933	0	66	25	0	1	654	7	22	42	99	51	0	1	10,3	4,2	0,41	24,2	44,8
Pilgrim	8997	1953	2	1070	46	0	3	710	0	20	52	123	49	1	6	7,5	3,7	0,50	35,4	59,0
Pilot	1032	1713	5	445	135	0	7	109	0	13	178	426	51	0	2	7,0	3,7	0,52	35,9	58,9
Pioneer	5247	1231	5	965	30	0	2	463	0	17	19	42	41	0	5	9,3	3,7	0,39	32,1	58,0
Polaris	3591	315	67	404	14	0	0	431	0	19	3	3	43	0	1	17,8	4,3	0,24	21,9	41,7
Premiant	4839	422	1	100	64	0	2	650	10	18	2	4	41	0	0	7,4	3,8	0,52	21,9	44,8
Pride of Ringwood	6452	241	2	4	22	0	10	29	0	18	56	124	33	0	1	7,8	5,3	0,69	33,3	54,1
Progress	2136	3395	309	153	189	44	14	95	0	206	74	151	330	256	15	7,5	3,7	0,49	25,6	46,9
Record	6978	97	0	2	81	0	7	766	0	22	4	8	45	0	0	1,9	4,1	2,18	23,9	40,8
Relax	4215	451	49	11	28	0	4	772	1	35	4	6	56	0	5	0,2	9,1	50,1	27,6	28,6
Rottenburger	4511	137	0	3	58	0	6	761	0	26	3	6	49	0	0	1,7	4,4	2,50	22,8	37,4
Rubin	4191	745	161	126	44	0	2	535	0	25	52	109	49	0	5	13,3	4,2	0,31	30,2	49,1
Saazer	5597	11	3	15	85	0	9	776	49	26	4	6	54	1	3	3,8	4,3	1,13	22,7	40,3
Saphir	4281	260	9	98	114	13	6	463	0	26	15	34	42	40	2	2,8	5,1	1,85	10,8	40,3
Serebrianker	3555	232	1	18	79	0	0	405	1	40	29	58	63	0	2	1,1	4,1	3,76	19,8	36,0
Sladek	5432	255	7	75	72	0	2	721	5	23	3	5	48	0	1	8,1	4,4	0,55	17,7	41,1
Smaragd	4606	143	46	90	98	0	1	624	2	22	4	10	45	0	2	5,0	5,2	1,05	12,4	28,7
Sorachi Ace	4175	780	0	103	29	0	2	668	8	28	3	5	55	0	3	6,4	5,4	0,84	28,9	53,6

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	$\gamma$ -Muu-rolen	$\beta$ -Seli-nen	$\alpha$ -Seli-nen	$\beta,\gamma$ -Ca-dinen	Seli-nadien	Gera-niol	$\alpha$ -Säu-ren	$\beta$ -Säu-ren	$\beta/a$	Cohu-mulon	Colu-pulon
Southern Promise	5323	240	45	103	1	0	10	636	0	20	9	19	38	32	0	5,6	4,1	0,74	23,7	52,1
Southern Star	5503	121	33	11	10	0	9	698	19	27	3	5	47	0	1	7,1	4,6	0,65	29,0	50,9
Spalter	6437	3	2	21	102	0	12	784	55	19	3	5	54	0	5	3,8	4,8	1,28	23,4	42,1
Spalter Select	1066	785	164	22	368	38	28	565	83	34	30	67	44	94	1	4,2	4,4	1,07	19,6	39,4
Strisselspalter	2802	310	51	29	96	46	3	513	0	37	32	69	48	79	1	3,3	6,8	2,04	15,1	32,2
Südafrika	7051	158	6	15	10	0	2	608	0	28	43	93	47	2	1	3,3	3,9	1,19	31,3	50,1
Talisman	5781	589	1	221	30	0	2	540	0	20	3	4	45	0	1	8,3	4,4	0,52	25,6	48,2
Tettnanger	7558	2	2	26	115	0	12	794	68	12	3	6	51	0	5	2,7	4,6	1,69	24,3	41,6
Vojvodina	6857	289	0	106	22	0	3	602	3	20	2	4	40	0	1	3,9	2,6	0,67	29,7	59,1
WFG	1054	18	1	13	136	0	16	819	44	29	4	7	52	0	2	2,7	3,7	1,36	24,4	40,8
Willamette	2530	512	0	28	75	0	0	507	17	24	4	6	49	2	1	2,9	3,2	1,10	31,9	54,1
Wye Challenger	6597	1495	1	81	49	0	4	596	2	20	30	71	43	0	0	3,8	4,1	1,07	27,5	45,9
Wye Northdown	6268	541	1	92	50	0	1	555	3	21	4	6	45	0	0	5,9	4,8	0,80	25,0	47,0
Wye Target	4888	1125	2	126	84	0	7	409	0	36	7	13	72	16	1	11,8	4,9	0,41	34,2	57,6
Wye Viking	1446	1057	3	325	80	0	15	534	125	20	26	61	43	0	2	6,3	4,7	0,74	22,7	40,9
Yeoman	4908	995	74	74	31	0	1	517	0	19	30	69	43	0	3	11,9	5,2	0,43	25,1	45,6
Zatecki	5279	450	0	38	73	0	3	626	14	21	2	4	43	0	1	2,8	2,3	0,80	29,9	48,8
Zenith	8462	451	2	154	96	0	4	672	1	22	59	141	48	0	1	7,5	3,1	0,41	24,1	47,4
Zeus	4592	790	76	30	23	0	3	397	0	52	11	19	101	36	1	12,7	4,5	0,35	34,4	58,2
Zitic	4950	47	2	74	37	0	4	731	11	20	6	10	42	0	4	3,9	4,0	1,04	19,6	40,1
Wye Viking	1446	1057	3	325	80	0	15	534	125	20	26	61	43	0	2	6,3	4,7	0,74	22,7	40,9

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

Sub. 14b = Methyl-isoheptanoat, Sub. 15 = trans-( $\beta$ )-Ocimen

## 8.5 Arbeiten zur Erweiterung und Verbesserung der Aromaanalytik

Seit fünf Jahren besitzt das Labor in Hüll ein neues Gaschromatographiemassenspektrometer-System, das eines der modernsten Analysengeräte an der Landesanstalt darstellt. Mit Hilfe dieses Gerätes wurden bisher 143 Substanzen durch Vergleich der Massenspektren und verfügbarer Standards identifiziert. Die Tab. 8.3 zeigt die Anzahl der identifizierten Substanzen geordnet nach Stoffgruppen.

Tab. 8.3: Identifizierte Aromasubstanzen nach Stoffgruppen

Stoffgruppe	Anzahl	Stoffgruppe	Anzahl
Hemiterpene	3	Ketone	14
Monoterpene	26	Aldehyde	3
Sesquiterpene	37	Carbonsäuren	2
Ester	32	Schwefelverbindungen	10
Alkohole	10	Sonstige	4

Die Analytik der Hopfenaromastoffe hat zwei Ziele. Erstens sollen Substanzen gefunden werden, die für die Sortenunterscheidung geeignet sind, aber nicht unbedingt zum Aroma beitragen. Dies sind vor allem Sesquiterpene wie  $\beta$ -Caryophyllen, Humulen und  $\beta$ -Farnesen. Zweitens sollen die für das Aroma verantwortlichen Substanzen identifiziert werden. Aromaaktive Substanzen wie Schwefelverbindungen kommen oft nur in sehr kleinen Konzentrationen im Hopfen vor und für deren Analytik sind spezielle Anreicherungsverfahren notwendig.

Wichtige Leitaromastoffe des Hopfens und deren Geruchseindrücke sind in der Tab. 8.4 zusammengestellt.

Tab. 8.4: Wichtige Leitaromastoffe des Hopfens

Aromasubstanz	Konzentration im Hopfen [mg/100 g]	Geruchsschwellenwert in Wasser [ $\mu$ g/l]	Geruchseindruck
Myrcen	20 – 2 300	10 – 125	harzig, metallisch
$\alpha$ -Terpinol	1 - 10	200	Flieder
Linalool	4 - 10	6	blumig, zitrusartig
Citronellol	0,4 - 4	40	zitrusartig
Geraniol	1 - 10	20	blumig, rosenartig
Ester (Isobutylisobutyrat, 2-Methylbutyl-isobutyrat)	3 - 35 14 - 47	30 -60	fruchtig
4-Mercapto-4-methyl-2-pentanon (4-MMP)	0 – 0,008	0,0001	schwarze Johannisbeere
3-Mercaptohexanol (3-MH)	0 – 0,003	0,2	schwarze Johannisbeere, Passionsfrucht
3-Mercaptohexylacetat (3-MHA)	0 – 0,003	0,017	Grapefruit, Passionsfrucht

### 8.5.1 Identifizierung und Quantifizierung von niedermolekularen Estern

Ester vermitteln fruchtige Geruchseindrücke. Ihre Geruchsschwellenwerte sind nicht ganz so niedrig, es können jedoch auch synergistische Effekte auftreten. Besonders die niedermolekularen Ester sind gut in Wasser löslich. Mit Hilfe des Massenspektrometers wurden 32 Ester identifiziert. Von 8 Estern sind Standards verfügbar (Abb. 8.12). Momentan wird an einer quantitativen Bestimmung gearbeitet.

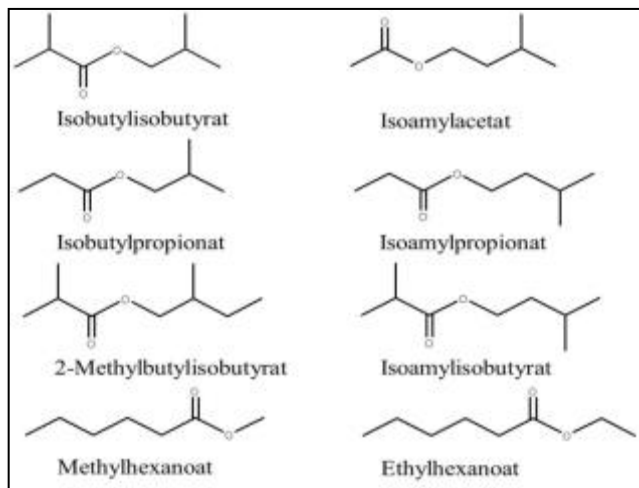


Abb. 8.12: Verfügbare Standards niedermolekularer Ester zur quantitativen Bestimmung

Die quantitativ dominierenden Ester des Hopfens sind Isobutylisobutyrat und 2-Methylbutylisobutyrat. Höher molekulare Ester sind kaum mehr löslich. Methylhexanoat hat im Wasser eine Löslichkeit von 1,33 g/l, Ethylhexanoat von 0,67 g/l. Heptansäuremethylester, Octansäuremethylester, Pelargonsäuremethylester und 4-Decensäuremethylester, die auch im Hopfen vorkommen, sind praktisch unlöslich.

### 8.5.2 Terpenalkohole

Terpenalkohole sind gut in Wasser löslich. Linalool und Geraniol sind Schlüsselverbindungen für das Hopfenaroma im Bier. Nerol ist das cis-Isomer von Geraniol. Teilweise können Terpenalkohole auch untereinander umgewandelt werden.  $\beta$ -Citronellol entsteht während der Gärung durch Reduktion von Geraniol. Geranylacetat, Geranylisobutyrat und Geranylsäuremethylester werden hydrolytisch gespalten und es entstehen Geraniol, Geranylsäure und Geranylsäureethylester. Die Abb. 8.13 zeigt die verfügbaren Standards zur quantitativen Bestimmung.

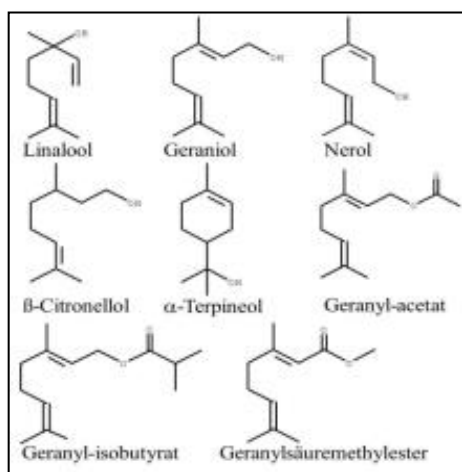


Abb. 8.13: Verfügbare Standards von Terpenalkoholen zur quantitativen Bestimmung



### 8.5.3 Polyfunktionale Thiole

Von den drei polyfunktionalen Thiolen aus Tabelle 8.4, die zu den Schlüsselaromastoffen des Hopfens gezählt werden, sind analytische Standards vorhanden (Abb. 8.14) und es wurden auch schon quantitative Untersuchungen durchgeführt.

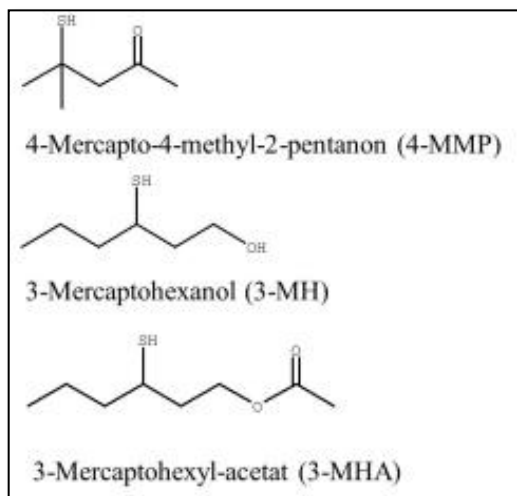


Abb. 8.14: Verfügbare Standards von polyfunktionalen Thiolen zur quantitativen Bestimmung

### 8.6 Quantitative Bestimmung der Multifidole

Im Hopfen kommen drei Multifidole vor, das Co-, n- und Ad-Multifidol-glukosid (Abb. 8.15). Das Haupthomologe ist jedoch das Co-Multifidol-glukosid. Dieses ist sehr gut in Wasser löslich und geht in vollem Umfang ins Bier über. Der Geschmacksschwellenwert liegt bei 1,8 mg/l. In 54 % der untersuchten Biere ist die Konzentration größer als 1,8 mg/l. Deshalb wird in Zusammenarbeit mit Hopsteiner und der TU Berlin an einer quantitativen Analytik gearbeitet. Im Hopfen kommt vor allem das Co-Multifidol-glukosid vor.

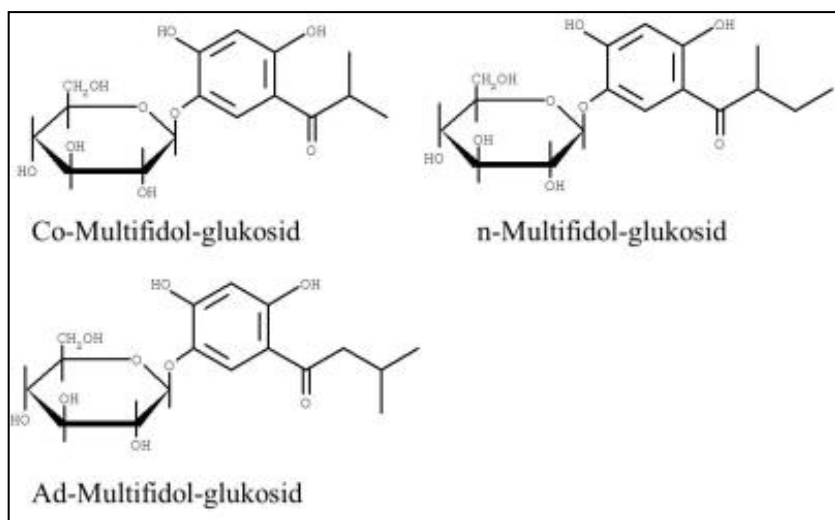


Abb. 8.15: Die Multifidole des Hopfens

Herr Dr. Wietstock von der TU Berlin hat diese Verbindung mit präparativer HPLC in einer Reinheit von 94 % isoliert. Die Idee ist Flavon als einen sekundär Standard mit dem isolierten Co-Multifidol-glukosid zu kalibrieren. Flavon kommt im Hopfen nicht vor, hat jedoch auch ein Absorptionsmaximum von 280 nm, deshalb ist Flavon als interner Standard für das Co-Multifidol-glukosid sehr gut geeignet (Abb. 8.16).

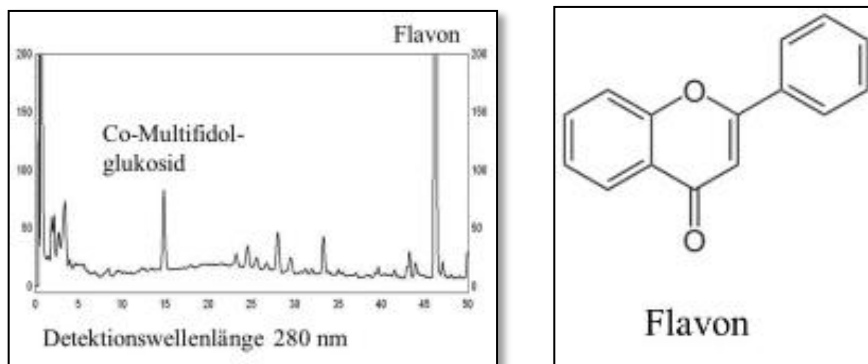


Abb. 8.16: Chromatogramm einer Hopfenprobe bei 280 nm und die Struktur von Flavon

## 8.7 Qualitätssicherung bei der alpha-Säurenanalytik für Hopfenlieferungsverträge

### 8.7.1 Ringanalysen zur Ernte 2018

Seit dem Jahr 2000 gibt es bei den Hopfenlieferverträgen eine Zusatzvereinbarung, in der die  $\alpha$ -Säuregehalte Berücksichtigung finden. Der im Vertrag vereinbarte Preis gilt, wenn der  $\alpha$ -Säuregehalt in einem sogenannten Neutralbereich liegt. Wird dieser Neutralbereich über- bzw. unterschritten, gibt es einen Zu- oder Abschlag. Im Pflichtenheft der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik ist genau festgelegt, wie mit den Proben verfahren wird (Probenteilung, Lagerung), welche Laboratorien die Nachuntersuchungen durchführen und welche Toleranzbereiche für die Analysenergebnisse zugelassen sind. Auch im Jahr 2018 hatte die Arbeitsgruppe IPZ 5d wieder die Aufgabe, Ringanalysen zu organisieren und auszuwerten, um die Qualität der  $\alpha$ -Säurenanalytik sicherzustellen.

Im Jahr 2018 haben sich folgende Laboratorien an dem Ringversuch beteiligt. Die Firma BayWA AG Tettngang nahm im Jahr 2018 erstmals am Ringversuch teil.

- Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft (HHV), Werk Au/Hallertau
- Hopfenveredlung St. Johann GmbH, Wolnzach
- Hopfenveredlung St. Johann GmbH & Co. KG, St. Johann
- Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft (HHV), Werk Mainburg
- Hallertauer Hopfenverwertungsgenossenschaft (HVG), Mainburg
- AGROLAB Boden-und Pflanzenberatungsdienst GmbH
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Arbeitsbereich Hopfen, Hüll
- BayWa AG Tettngang

Der Ringversuch startete im Jahr 2018 am 4. September und endete am 2. November, da in dieser Zeit der Großteil der Hopfenpartien in den Laboratorien untersucht wurde. Insgesamt wurde der Ringversuch neunmal (9 Wochen) durchgeführt. Das Probenmaterial wurde dankenswerterweise vom 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 2018 wurden insgesamt 34 Proben analysiert.

Die Auswertungen wurden so schnell wie möglich an die einzelnen Laboratorien weitergegeben. Die Abb. 8.17 zeigt eine Auswertung als Beispiel, wie ein Ringversuch im Idealfall aussehen sollte. Die Nummerierung der Laboratorien (1-8) entspricht nicht der obigen Zusammenstellung.

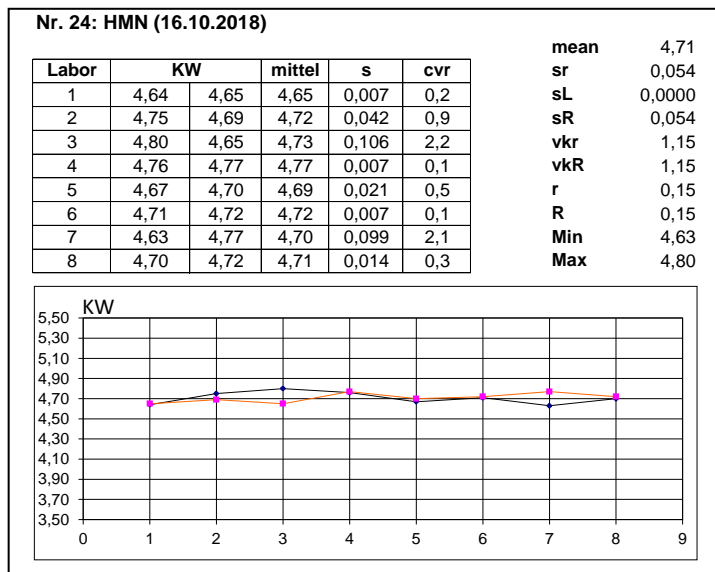


Abb. 8.17: Auswertung einer Ringanalyse als Beispiel

Die Berechnung der Ausreißertests erfolgt gemäß DIN ISO 5725. Innerhalb der Laboratorien wurde der Cochran-Test und zwischen den Laboratorien der Grubbs-Test gerechnet.

Cochran: 
$$C = \frac{s_{max}^2}{\sum s_i^2}$$

Bei 8 Laboratorien und einer Doppelbestimmung muss bei  $\alpha = 1\%$  C kleiner als **0,794** und bei  $\alpha = 5\%$  C kleiner als **0,680** sein, sonst wird ein Ausreisser erkannt.

Grubbs: 
$$G = \frac{|x_{max} - \bar{x}|}{s}$$

Bei 8 Laboratorien und einer Doppelbestimmung muss bei  $\alpha = 1\%$  G kleiner als **2,274** und bei  $\alpha = 5\%$  G kleiner als **2,126** sein, sonst wird ein Ausreisser erkannt.

In der Tab. 8.5 sind die Ausreißer des Jahres 2018 zusammengestellt.

Tab. 8.5: Ausreißer des Jahres 2018

Probe	Cochran		Grubbs	
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$
7				Lab. 7
<b>Gesamt:</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

Seit dem Jahr 2013 gib es 5 alpha-Klassen und neue Toleranzgrenzen. Die Tab. 8.6 zeigt die neue Einteilung und die Überschreitungen des Jahres 2018.

Tab. 8.6: aktualisierte alpha-Säurenklassen und Toleranzgrenzen sowie deren Überschreitungen im Jahr 2018

alpha-Säuren	< 5,0 %	5,0 % - 8,0 %	8,1 % - 11,0 %	11,1 % - 14 %	> 14,0 %
d kritisch Bereich	+/-0,3 0,6	+/-0,4 0,8	+/-0,5 1,0	+/-0,6 1,2	+/- 0,7 1,4
Überschreitungen im Jahr 2018	0	0	0	0	0

Im Jahr 2018 gab es keine Überschreitungen der zugelassenen Toleranzgrenzen.

In der Abb. 8.18 sind alle Analysenergebnisse für jedes Labor als relative Abweichungen zum Mittelwert (= 100 %) differenziert nach  $\alpha$ -Säuregehalten <5 %,  $\geq$ 5 % und <10 % sowie  $\geq$ 10 % zusammengestellt. Aus dieser Grafik kann man sehr gut erkennen, ob ein Labor tendiert zu hohe oder zu tiefe Werte zu analysieren.

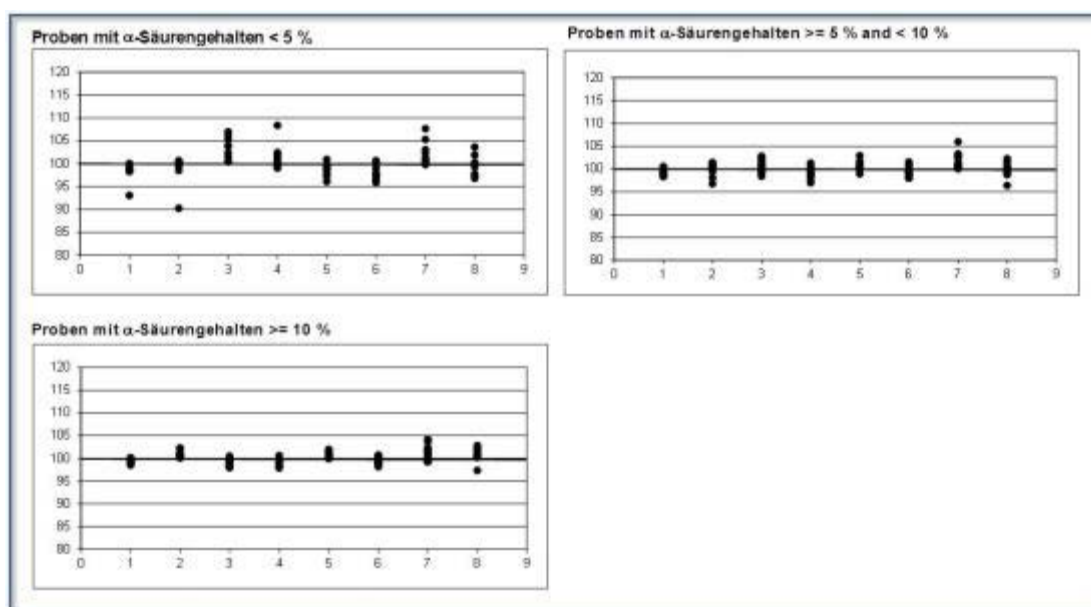


Abb. 8.18: Analysenergebnisse der Laboratorien relativ zum Mittelwert

Das Hüller Labor hat die Nummer 5.

### 8.7.2 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. 8.6) liegen. Die Tab. 8.7 zeigt die Ergebnisse des Jahres 2018.

Tab. 8.7: Kontrolluntersuchungen des Jahres 2018

Proben- bezeichnung	Erstunter- suchungs Labor	Erstunter- suchung	Nachuntersuchung			Mittel- wert	Ergebnis bestätigt
			1	2	3		
Hall. Tradition Nr. 162247	Agrolab	5,8	5,3	5,3	5,5	5,37	nein
Saphir Nr. 16292	Agrolab	3,6	3,2	3,3	3,4	3,30	ja
Hall. Mittelfrüh Nr 16079	Agrolab	4,6	4,3	4,3	4,4	4,33	ja
KW 37 NBR	HHV Au	8,3	8,1	8,3	8,3	8,23	ja
KW 37 HMG	HHV Au	11,6	11,5	11,5	11,4	11,47	ja
KW 37 HKS	HHV Au	17,2	17,0	17,0	17,3	17,10	ja
QK 18/000941	HV Wolnzach	11,7	11,5	11,6	11,8	11,63	ja
QK 18/000949	HV Wolnzach	12,0	12,0	12,1	12,4	12,17	ja
QK 18/000951	HV Wolnzach	12,7	12,5	12,7	12,8	12,67	ja
HHKS KW 39 - 19910	HVG Mainburg	9,8	10,3	10,3	9,9	10,17	ja
HPER KW 39 - 17811	HVG Mainburg	5,2	5,3	5,4	5,4	5,37	ja
ENBR KW 39 - 942362	HVG Mainburg	3,7	3,7	3,8	4,0	3,83	ja
Northern Brewer Nr. 26281	Agrolab	7,6	7,3	7,3	7,4	7,33	ja
Herkules Nr. 26283	Agrolab	15,9	15,5	15,7	15,8	15,67	ja
Hersbrucker Spät Nr. 26213	Agrolab	2,2	1,8	1,8	2,0	1,87	ja
KW 41 EHKS	HHV Au	12,0	11,7	11,8	12,0	11,83	ja
KW 41 EPLA -1	HHV Au	17,0	16,9	17,1	17,2	17,07	ja
KW 41 EPLA-2	HHV Au	16,3	16,2	16,2	16,4	16,27	ja
Agrolab Nr. 26621	HV St. Johann	14,0	13,5	13,6	13,8	13,63	ja
Agrolab Nr. 17691	HV St. Johann	4,3	4,0	4,2	4,2	4,13	ja
Agrolab Nr. 23371	HV St. Johann	12,3	12,0	12,1	12,4	12,17	ja
KW 43 - 24656 HPLA	HVG Mainburg	18,6	18,9	18,9	19,0	18,93	ja
KW 43 - 23964 HHKS	HVG Mainburg	15,2	15,4	15,5	15,5	15,47	ja
KW 43 - 15012 HHMG	HVG Mainburg	9,6	9,6	9,7	9,9	9,73	ja

## 8.8 Wöllmer - Analysen der neuen Hüller Zuchtsorten

Die wichtigste Aufgabe des Hopfens beim Bierbrauen ist, dass er dem Bier die feine Bittere gibt. Der alpha-Säuregehalt ist ein Maß für das Bitterpotential des Hopfens. Doch ein anderer Faktor ist die Qualität der Bittere. Neben den alpha-Säuren gibt es noch viele andere bitternde Substanzen im Hopfen und die tragen zur Qualität der Bittere bei (Abb. 8.19).

Dr. Dresel hat in seiner Dissertation viele dieser Substanzen mit LC-MS aufgeklärt (Dissertation TUM 2013).

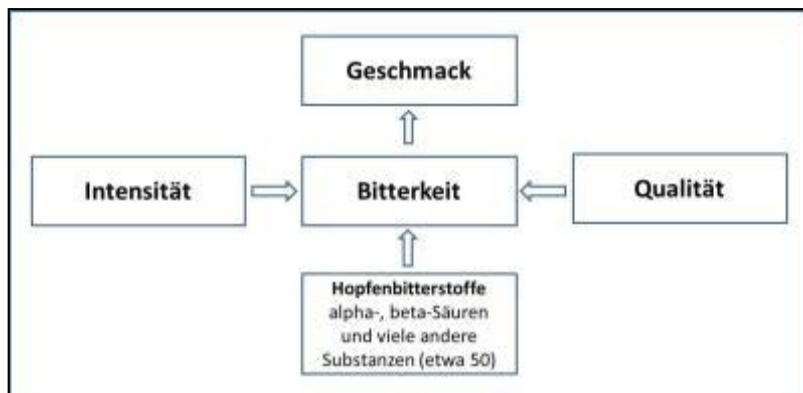


Abb. 8.19: Die Intensität und die Qualität der Bittere wird durch eine Vielzahl von Substanzen bestimmt

Bereits vor 100 Jahren entwickelte Wöllmer eine Methode, um die Hart- und Weichharze zu differenzieren. Die Gesamtharze werden mit Ether herausgelöst. Der in Hexan lösliche Teil wird als Weichharzfraktion und der unlösliche Teil als Hartharzfraktion bezeichnet. Das Weichharz besteht aus den alpha- und beta-Säuren sowie unspezifischen Bestandteilen (Abb. 8.20)

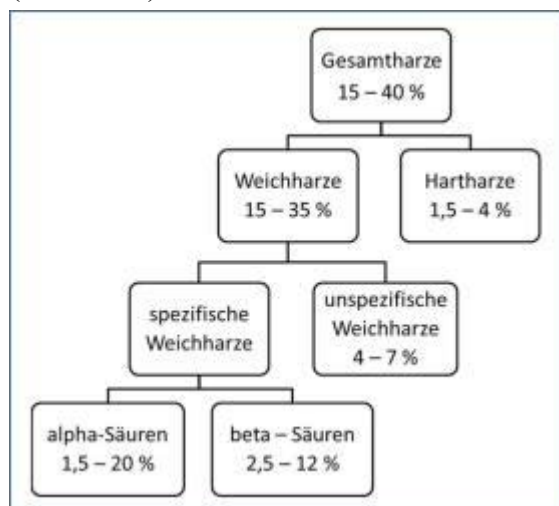


Abb. 8.20: Systematik einer Wöllmeranalyse

Unspezifische Verbindungen, die im Weichharz vorkommen, sind z.B. cis Allo-isohumulone, Hulumone, Tricyclohumene, Tricyclolupone, Dehydrotricyclolupone und viele andere Substanzen.

Das Hartharz besteht aus in Wasser schwer löslichen Verbindungen wie Xanthohumol und von Xanthohumol abgeleiteten Verbindungen wie Desmethylxanthohumol, Xanthohumol B und C. 8-Prenylnaringenin und 6-Prenylnaringenin kommen in Spuren vor. In Wasser gut lösliche Bestandteile des Hartharzes sind die glykosidisch gebundenen Quercetine und Kämpferole als auch die Multifidole. Diese Verbindungen wurden in einer früheren Arbeit bereits mit HPLC analysiert und die Ergebnisse publiziert (Kammhuber, K.: Differentiation of the World Hop Collection by Means of the Low Weight Molecular Polyphenols, Brewing Science, March/April 2012, Vol. 65, pp. 16 -23).

Die Tab. 8.8 zeigt die Ergebnisse der neuen Hüller Zuchtsorten.

Tab. 8.8: Wöllmeranalysen der neuen Hüller Zuchtsorten (Erntejahr 2017)

Sorte	Gesamt-harz	$\alpha$ -Säuren-KW	$\alpha$ -Säuren-HPLC	Weich-harz	Hart-harz	$\beta$ -Fraktion	$\beta$ -Säuren-HPLC	Xanthoholmol HPLC
Ariana	24,65	11,92	11,06	21,93	11,05	10,01	5,97	0,62
Ariana	24,68	12,07	11,14	22,21	10,02	10,14	6,04	0,62
Callista	19,82	4,28	3,78	17,47	11,86	13,19	8,72	0,77
Callista	18,89	4,13	3,58	16,75	11,31	12,62	8,57	0,73
Hallertau Blanc	24,70	12,39	11,81	22,75	7,89	10,36	6,79	0,51
Hallertau Blanc	23,76	11,84	11,52	21,84	8,08	10,00	6,58	0,49
Huell Melon	25,87	7,87	7,68	23,00	11,10	15,13	10,26	0,91
Huell Melon	25,24	7,88	7,49	22,28	11,71	14,40	10,02	0,89
Mandarina Bavaria	24,80	10,33	9,96	21,84	11,92	11,51	7,47	0,91
Mandarina Bavaria	25,66	10,91	10,41	22,73	11,41	11,82	7,91	0,96
Opal	21,65	9,49	8,59	19,86	8,27	10,36	6,46	0,52
Opal	21,67	9,51	8,62	19,67	9,25	10,16	6,51	0,52
Polaris	35,40	22,71	21,35	31,93	9,80	9,22	5,13	1,02
Polaris	35,38	23,07	21,51	32,08	9,33	9,01	5,18	1,03
Saphir	17,52	4,56	3,55	15,52	11,40	10,96	6,58	0,52
Saphir	16,68	4,37	3,35	14,82	11,18	10,45	6,16	0,49
Smaragd	18,99	7,42	6,62	17,40	8,35	9,98	6,43	0,38
Smaragd	19,49	7,64	6,72	17,64	9,52	10,00	6,57	0,38
89/002/025	19,11	7,30	6,41	17,22	9,91	9,91	6,42	0,41
89/002/025	19,63	7,59	6,60	17,65	10,07	10,06	6,66	0,42
96/001/024	16,49	4,85	3,85	14,31	13,24	9,46	6,25	0,60
96/001/024	17,02	5,07	4,13	14,88	12,55	9,81	6,71	0,63

Die Größenangaben sind: Gesamtharz, Weichharz, alpha-Säuren, beta-Säuren Xanthohumol in % Hopfen, Hartharz in % des Gesamtharzes

$\beta$ -Fraktion = Weichharz - Konduktometerwert

Der Bitterwert nach Wöllmer ist definiert: Bitterwert =  $\alpha$ -Säuren +  $\beta$ -Fraktion/9

Da aber die  $\beta$ -Fraktion relativ konstant ist, wurde der Bitterwert später gleich der  $\alpha$ -Säurenkonzentration gesetzt. Ein erster Hinweis auf unspezifische Weichharze ist der Quotient  $\alpha$ -KW/ $\alpha$ -HPLC. Der  $\alpha$ -KW ist unspezifisch und  $\alpha$ -HPLC sehr spezifisch. Je höher dieser Wert, desto höher ist die Konzentration unspezifischer Weichharze. Die Abb. 8.21 zeigt die Ergebnisse der neuen Hüller Zuchtsorten (jeweils eine Doppelbestimmung, Erntejahr 2017).

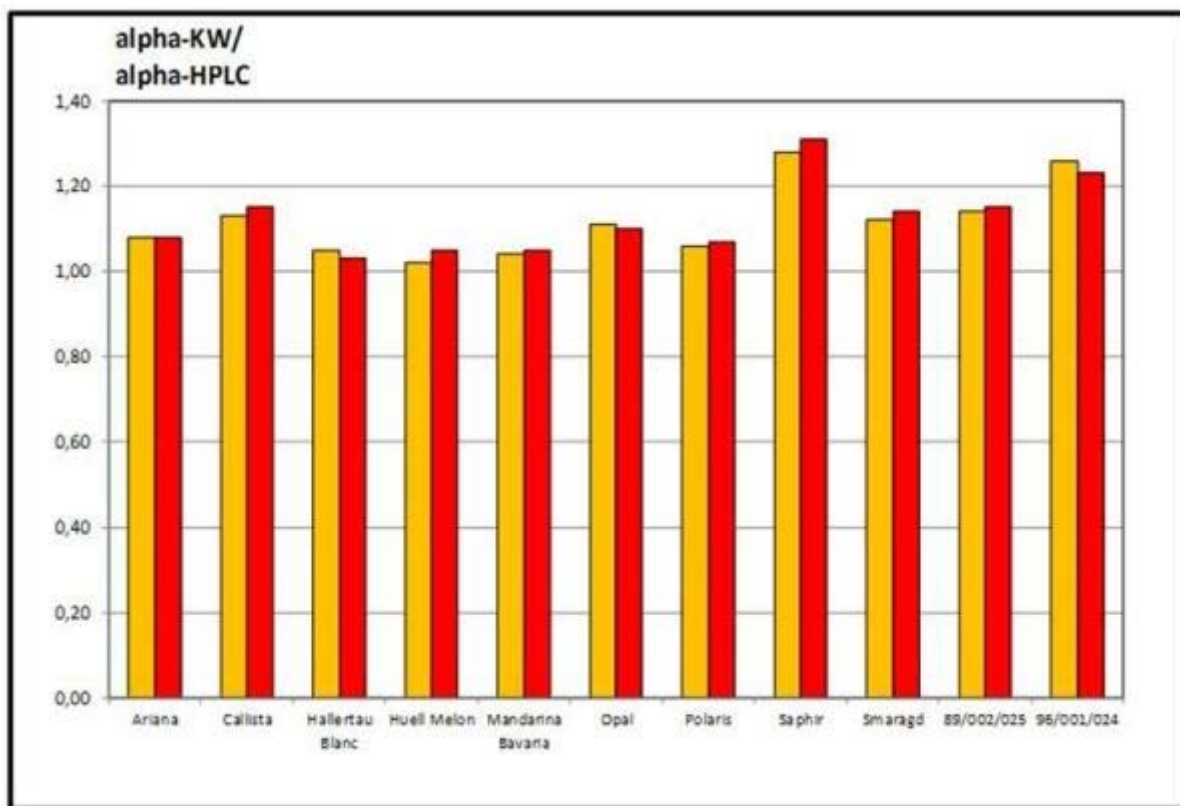


Abb. 8.21: Quotient  $\alpha$ -KW/ $\alpha$  HPLC (Erntejahr 2017)

Der Quotient ist bei der Sorte Saphir am höchsten, aber der Zuchtstamm 96/001/024 kommt schon nahe heran. Auch die Sorten Callista, Smaragd und der Zuchtstamm 89/002/025 haben relativ hohe Werte. Hoch  $\alpha$ -Sorten wie Polaris haben einen Wert nahe bei eins.



Noch mehr Aussagekraft erhält man, wenn man vom Weichharz die alpha- und beta-Säuren abzieht und den Prozentgehalt der unspezifischen Substanzen betrachtet (Abb. 8.22).

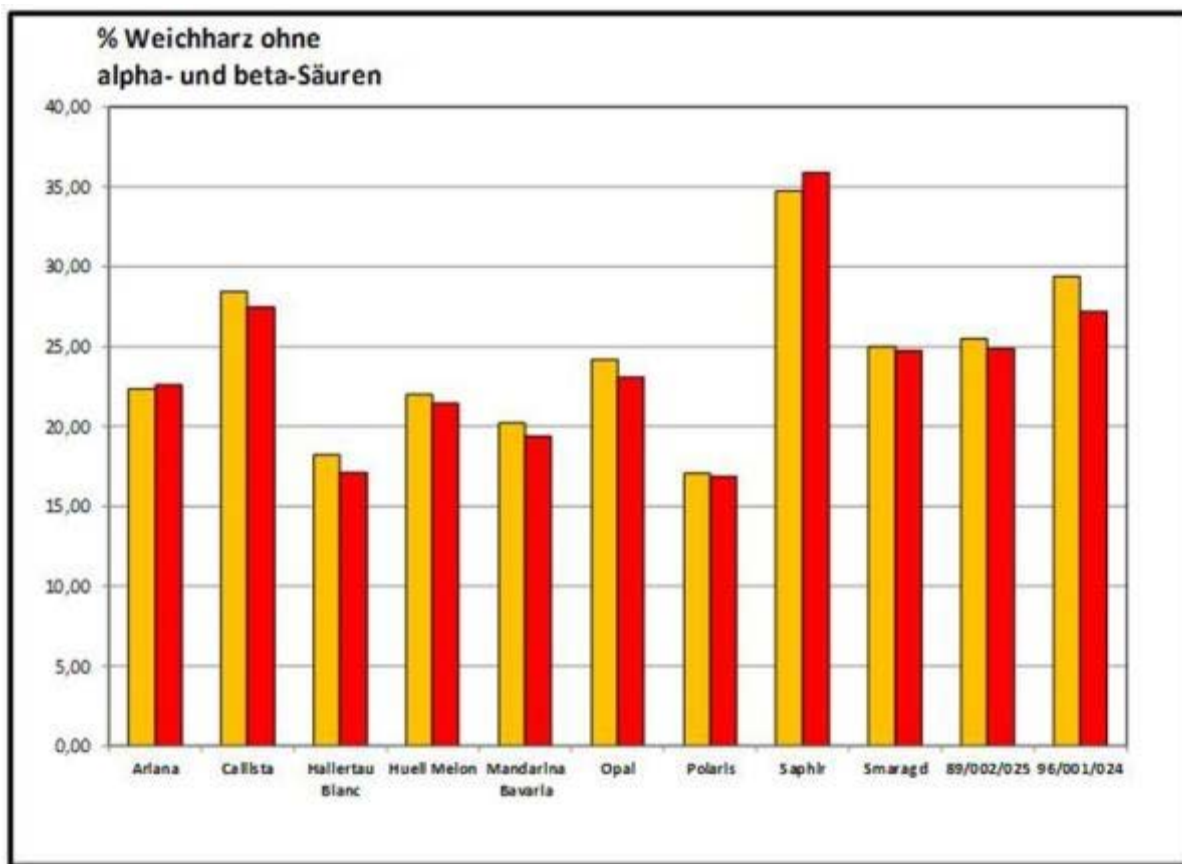


Abb. 8.22: Nicht alpha- beta-Anteil des Weichharzes

Die Sorte Saphir hat mit etwa 35 % den größten Anteil an unspezifischen Weichharzen. Die Sorten Callista, Smaragd und die Zuchtstämme 89/002/025 und 96/001/024 zeichnen sich ebenfalls durch einen hohen Anteil an unspezifischen Weichharzen aus. Ein hoher Gehalt an unspezifischen Harzen gilt als Indikator für eine feine, angenehme und harmonische Bittere

## 8.9 Untersuchungen zur Biogenese der Bitterstoffe und Öle neuer Zuchtstämme

Bei neuen Zuchtstämmen werden jedes Jahr umfangreiche Biogeneseversuche durchgeführt um den richtigen Erntezeitpunkt zu bestimmen. Die Tab. 8.9 zeigt die Erntezeitpunkte.

Tab. 8.9: Erntezeitpunkte der Biogeneseversuche

T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
16.08.	21.08.	28.09.	04.09.	11.09.	18.09.	25.09.

Die Abb. 8.23 bis Abb. 8.30 zeigen die Biogenese der Gesamtöle und Bitterstoffe der neuen Hüller Zuchtsorten. Der Ölgehalt ist in ml Öl/100 g Hopfen angegeben und der alpha-Säuregehalt als Konduktometerwert in %.

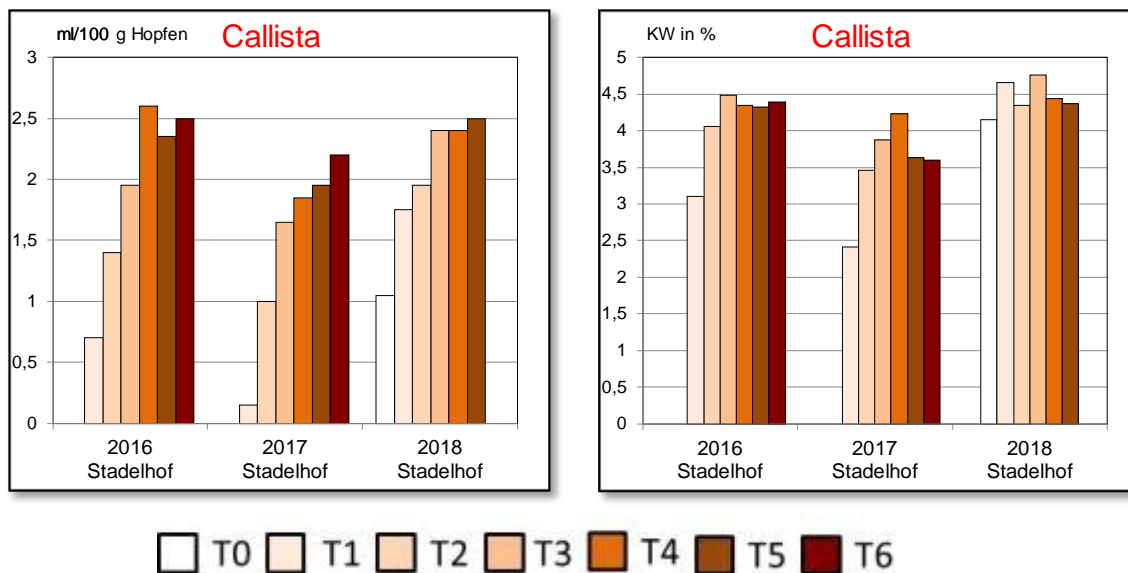


Abb. 8.23: Biogenese Callista

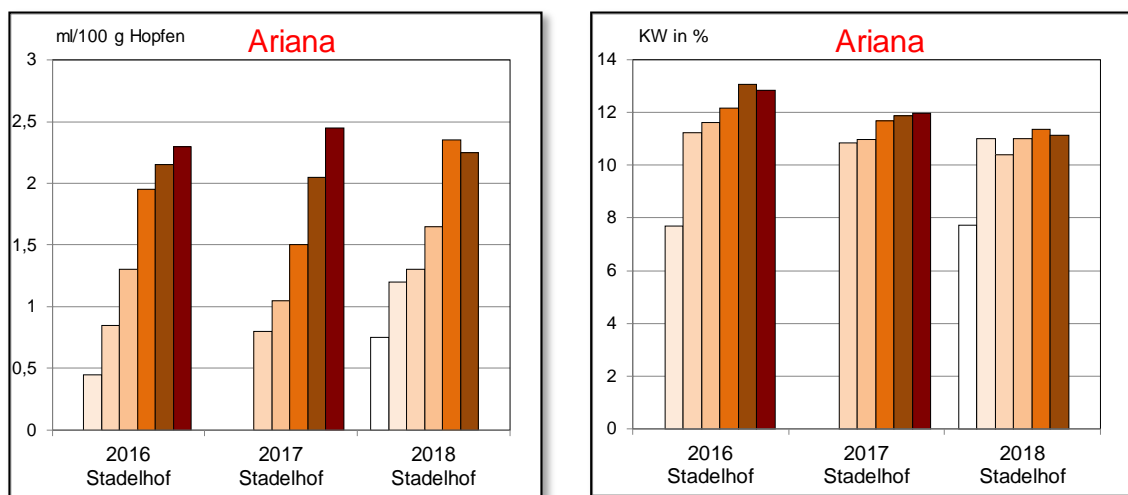


Abb. 8.24: Biogenese Ariana

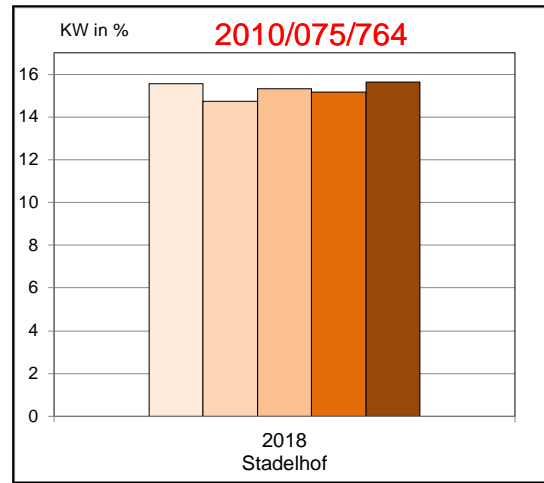
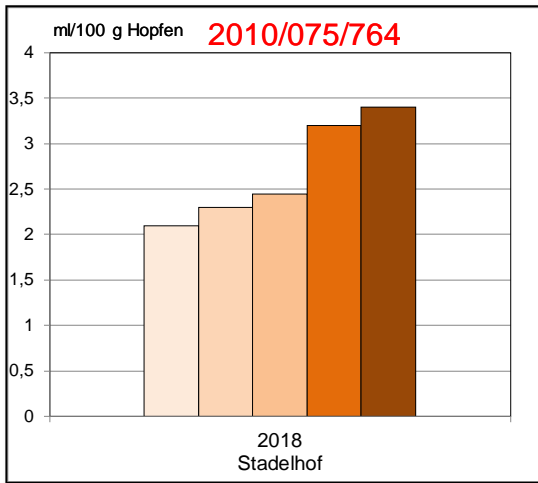


Abb. 8.25: Biogenese Zuchtstamm 2010/075/764

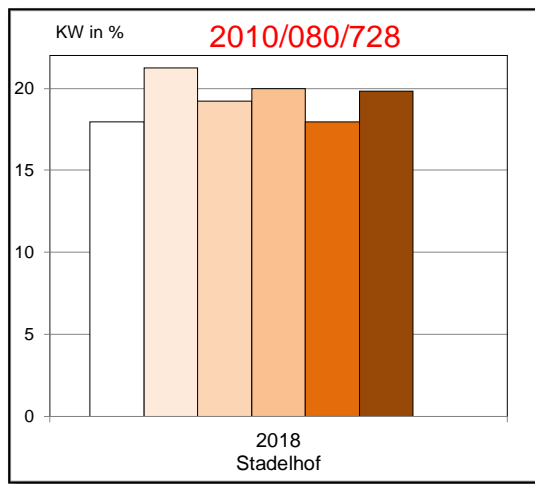
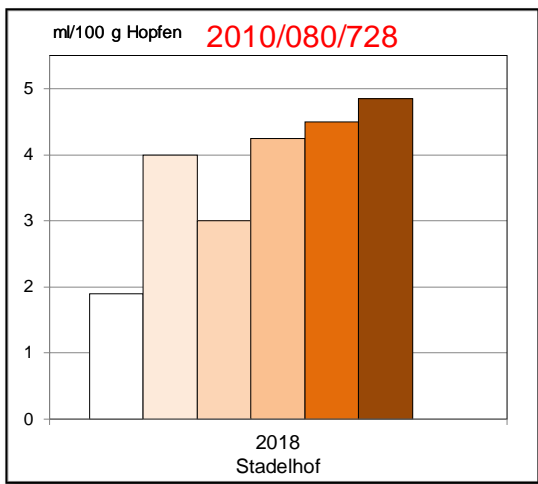


Abb. 8.26: Biogenese Zuchtstamm 2010/080/728

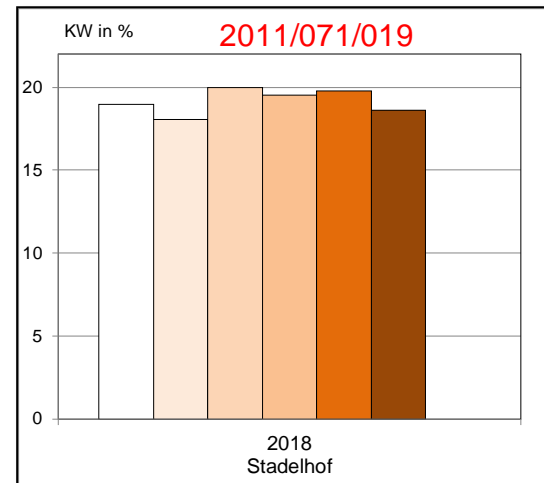
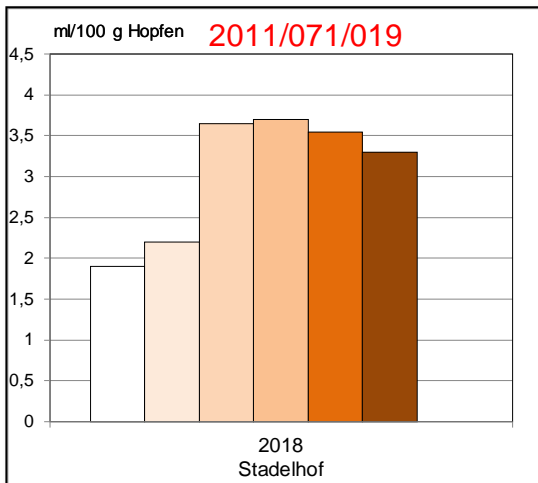


Abb. 8.27: Biogenese Zuchtstamm 2011/071/019

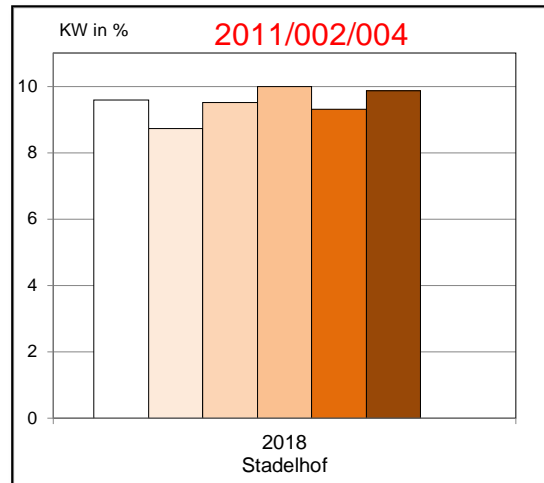
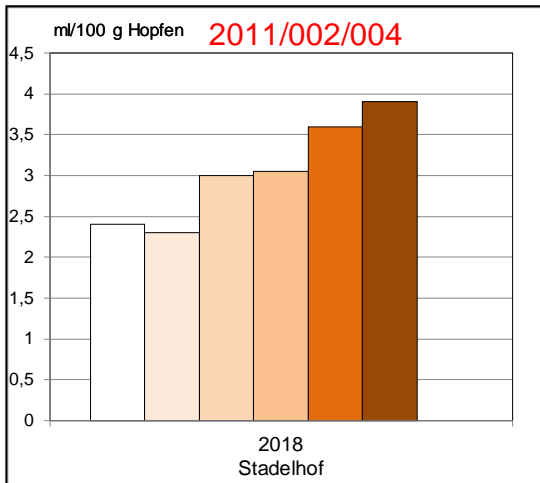


Abb. 8.28: Biogenese Zuchtstamm 2011/002/004

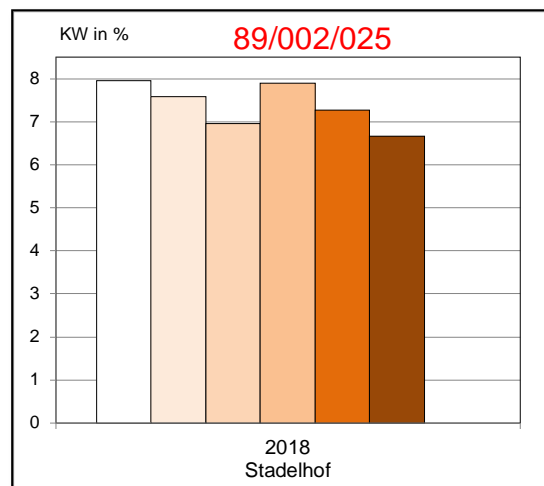
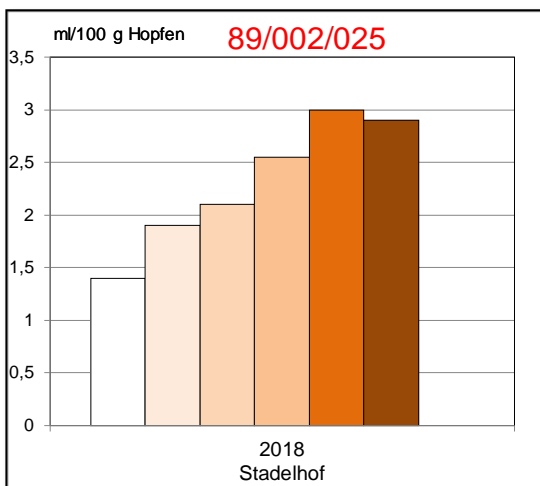


Abb. 8.29: Biogenese Zuchtstamm 89/002/025

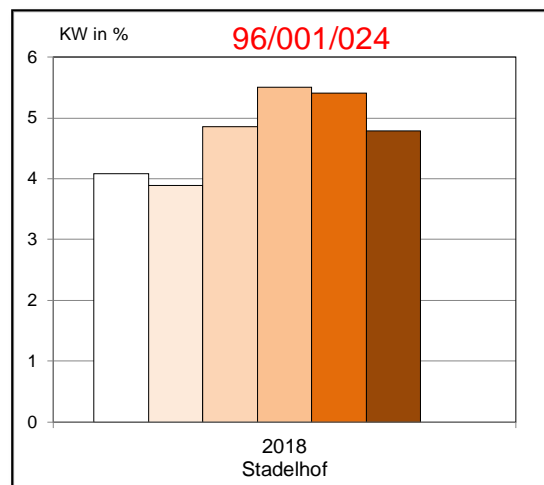
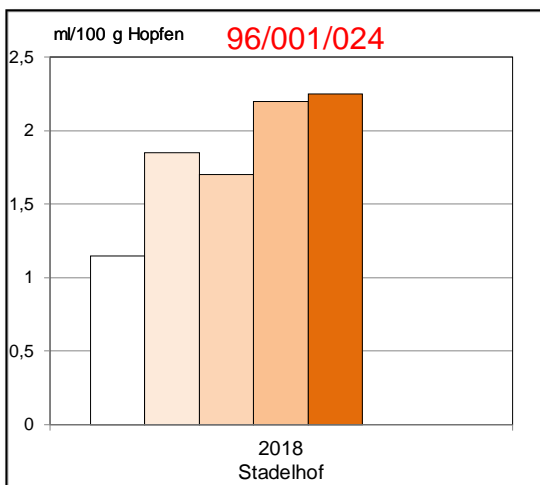


Abb. 8.30: Biogenese Zuchtstamm 89/002/025

Aus allen Abbildungen ist ersichtlich, dass der Ölgehalt wesentlich stärker vom Erntezeitpunkt abhängig ist als der alpha-Säuregehalt.

## 8.10 Aufbau von Kalibrierungen auf Basis von Konduktometer- und HPLC-Daten mit dem neuen Nahinfrarot-Reflektionspektroskopie-Gerät

Im Frühjahr 2017 wurde ein neues NIRS-Gerät angeschafft, das von der Gesellschaft für Hopfenforschung komplett finanziert wurde (Abb. 8.31).

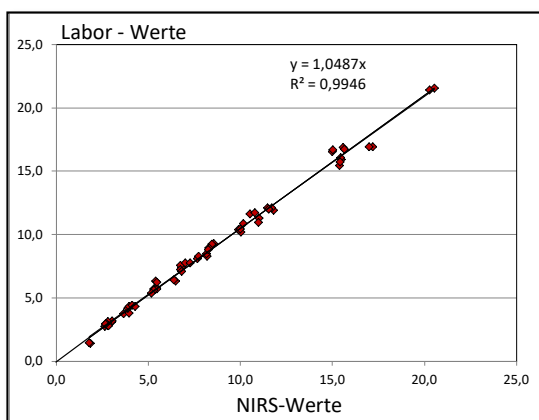


Abb. 8.31: Neues NIRS-Gerät

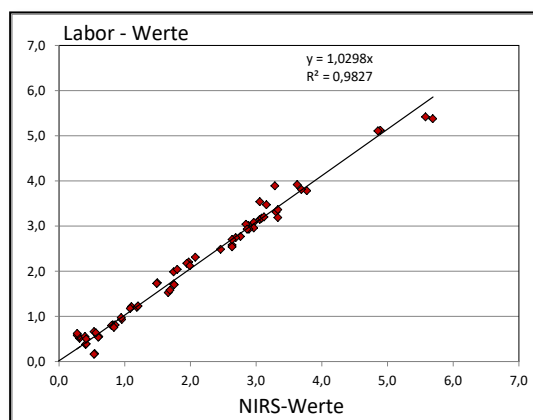
Das Gerät ist mit den Geräten bei AQU in Freising kompatibel. Es können dieselben Messzellen benutzt werden wie beim alten Foss Gerät. Der Wellenlängenbereich geht von 600 - 2500 nm in 1 nm Schritten. Momentan läuft eine Kalibrierung, die durch eine mathematische Transformation der Kalibrierung vom alten Foss Gerät an das neue Gerät angepasst wurde.

In den letzten beiden Jahren wurde begonnen eine eigene Kalibrierung basierend auf Konduktometer- und HPLC-Daten auf diesem Gerät zu entwickeln. Die Abb. 8.32 zeigt die Korrelationen der einzelnen Parameter zwischen Labor-Werten und NIRS-Werten.

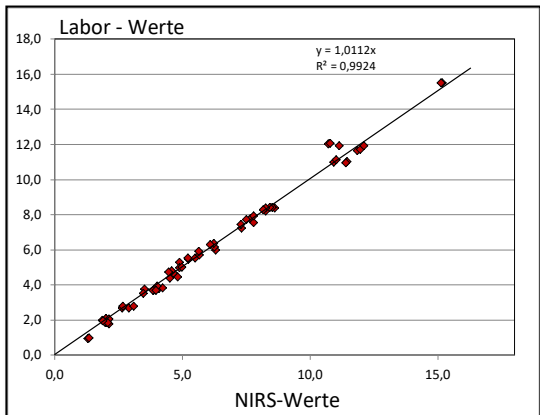
Konduktometerwerte in %



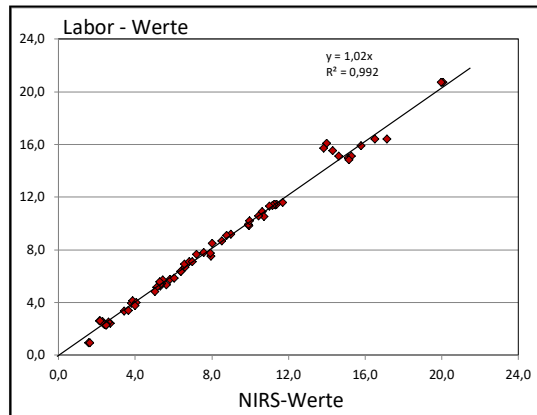
Cohumulon in %



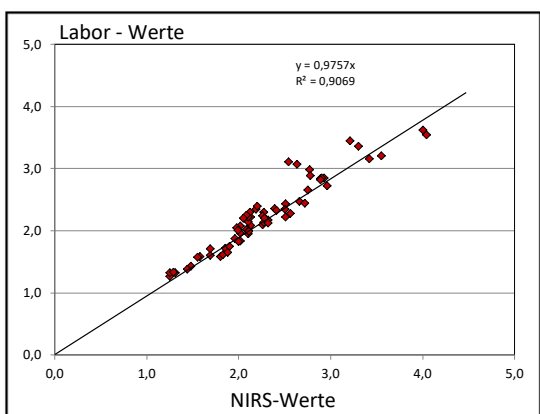
n + Adhumulon in %



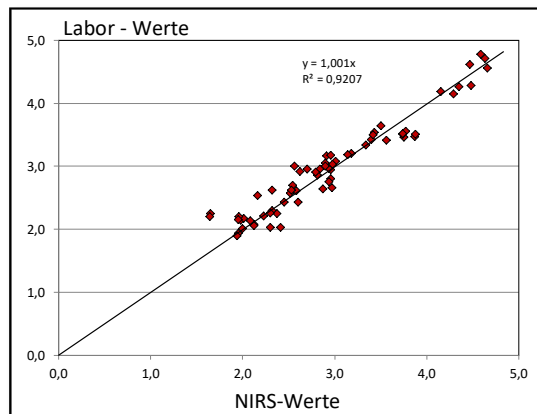
alpha-Säuren in %



Colupulon in %



n + Adlupulon in %



beta-Säuren in %

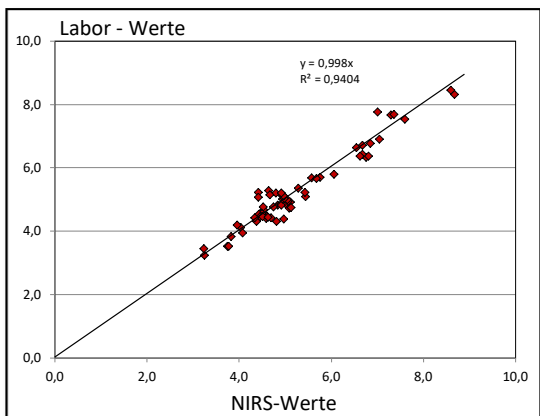


Abb. 8.32: Korrelationen zwischen Labor-Werten und NIRS-Werten

Die NIRS-Werte und Labor-Werte stimmen bereits schon gut überein. Insbesondere beim Konduktometerwert ist das Bestimmtheitsmaß mit  $R^2 = 0,9946$  recht ordentlich. Es müssen nun möglichst viele Proben mit nasschemischen Referenzwerten mit dem neuen Gerät aufgenommen werden um neue Kalibrierungen zu erstellen. Sobald das neue Gerät genau so gute Ergebnisse liefert wie das alte Gerät, wird das alte Gerät ersetzt.

## **8.11 Kontrolle der Sortenechtheit im Jahr 2018**

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

Sortenüberprüfungen für die Lebensmittelüberwachungsbehörden (Landratsämter): 5  
davon Beanstandungen: 0

## 9 Veröffentlichungen und Fachinformationen

### 9.1 Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit

	Anzahl		Anzahl
Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge	36	Führungen	34
LfL-Schriften	2	Ausstellungen und Poster	5
Fachinformationen	25	Gutachten und -Stellungnahmen	17
Beiträge in Rundfunk und Fernsehen	2	Praktika	9
Internetbeiträge	8	Mitarbeit in Arbeitsgruppen	40
Durchgeführte interne Veranstaltungen	4	Besuchte Messen	1
Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare	14	Vorträge	1

### 9.2 Veröffentlichungen

#### 9.2.1 Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge

Euringer, S.; Seigner, E., Kaindl, K.; Lutz, A., Baumgartner, A. (2018): Aubergine als Zeigepflanze für *Verticillium*-verseuchte Böden. Hopfen-Rundschau, 10, 15. Oktober, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer, 338 - 339

Euringer, S.; Seigner, E., Lutz, A.; Fuss, S. (2018): Research about *Verticillium* on hops. EBC Symposium, Recent Advances in Hop Science, Hrsg.: European Brewery Convention (EBC), 15 - 15

Fuß, S. (2018): Pflanzenstandsbericht - April/Mai/Juni/Juli/August. Hopfen-Rundschau, August

Kammhuber, K. (2018): Der Erntezeitpunkt beeinflusst die Schwefelverbindungen des Hopfens. Brauwelt Wissen, 21-22 (2018), Brauwelt, Hrsg.: Fachverlag Hans Carl GmbH, 602 - 605

Kammhuber, K. (2018): Ergebnisse von Kontroll- und Nachuntersuchungen für Alphaverträge der Ernte 2017. Hopfen-Rundschau, 08, Hopfen Rundschau, Hrsg.: Hopfenpflanzerverband, 270 - 272

Lutz, A.; Kammhuber, K., Heinzlmaier, M.; Kneidl, J.; Neuhof-Buckl, E.; Petzina, C.; Wyschkon, B. (2018): Bonitierung und Ergebnisse der Deutschen Hopfenausstellung. Hopfen-Rundschau, 12, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer, 407 - 411

Münsterer, J. (2018): Berufschüler besuchen Hopfenforschung in Hüll. Hopfen-Rundschau, 69. Jahrgang; Nr. 7, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 228

Münsterer, J. (2018): Flavor-Hopfen optimal trocknen. Brauwelt, 36 (2017), Hrsg.: Fachverlag Hans Carl, 1063 - 1065

Obster, R. (2018): Erste Erfahrungen und Auswertungen im Modellvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz" im Hopfenanbau. Hopfen-Rundschau, 69. Jahrgang; Nr. 10, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 335 - 336

Obster, R., Gebendorfer, H. (2018): LfL Hoftag: Alternatives Hopfenputzen. Hopfen-Rundschau, 69. Jahrgang; Nr. 8, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 267 - 269



- Obster, R., Portner, J. (2018): Arbeitstreffen der Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz - Hopfen. Hopfen-Rundschau, 69. Jahrgang; Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 154
- Portner, J. (2018): Ermittlung des Stickstoffdüngedarfs von Hopfen in Bayern. Hopfen-Rundschau, 69. Jahrgang; Nr. 4, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 120 - 121
- Portner, J. (2018): Flavor-Hopfen - für einen besonderen Biergenuss - LfL präsentiert Hopfen auf der Landesgartenschau in Würzburg. Hopfen-Rundschau, 69. Jahrgang; Nr. 11, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 370 - 372
- Portner, J. (2018): Hop Stunt Viroid- und Zitrusviroid-Monitoring. Hopfenrundschau International, 69. Jahrgang; Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 156
- Portner, J. (2018): Kostenfreie Rücknahme von Pflanzenschutzverpackungen PAMIRA 2018. Hopfen-Rundschau, 69. Jahrgang; Nr. 8, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 263
- Portner, J. (2018):  $N_{\min}$ -Untersuchung 2018 und endgültige  $N_{\min}$ -Werte in Bayern. Hopfen-Rundschau, 69. Jahrgang; Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 152 - 153
- Portner, J. (2018): Peronosporabekämpfung - Planen Sie Ihren Mitteleinsatz. Hopfen-Rundschau, 69. Jahrgang; Nr. 6, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 190
- Portner, J. (2018): Rebenhäcksel baldmöglichst ausbringen! Hopfen-Rundschau, 69. Jahrgang; Nr. 8, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 262
- Portner, J. (2018): Zwischenfruchteinsaat im Hopfen planen! Hopfen-Rundschau, 69. Jahrgang; Nr. 6, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 192
- Portner, J. (2018): Übermittlung von Angaben im Hopfensektor. Hopfen-Rundschau, 69. Jahrgang; Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 150 - 151
- Portner, J., Gebendorfer, H. (2018): Verschärfte Bestimmungen - Stickstoffdüngung im Hopfen muss noch bedarfsgerechter werden - Infoversammlung. Hopfen-Rundschau, 69. Jahrgang; Nr. 3, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 80 - 82
- Portner, J., Kammhuber, K. (2018): Fachkritik zur Moosburger Hopfenschau 2018. Hopfen-Rundschau, 69. Jahrgang; Nr. 10, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 346 - 349
- Reindl, A., Zehetmeier, M., Fuß, S., Portner, J. (2018): Treibhausgasemissionen im Hopfenbau. Hopfenrundschau International, 2018/2019, Hrsg.: HVG Hop Processing Cooperative, 16 - 24
- Reindl, A., Zehetmeier, M.; Fuß, S.; Portner, J. (2018): Treibhausgasemissionen im Hopfenbau. Hopfenrundschau International, 2018/2019, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 16 - 23
- Roßberg, D., Portner, J. (2018): Erhebungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen. Journal für Kulturpflanzen, 70 (1), Hrsg.: JKI, 25 - 31
- Roßberg, D., Portner, J. (2018): PAPA - Hopfen. Hopfen-Rundschau, 69. Jahrgang; Nr. 10, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 342 - 345
- Schlagenhauser, A. (2018): Chlorophyllmessungen im Hopfen zur Bestimmung des Stickstoffernährungsstands. Hopfen-Rundschau, 69. Jahrgang; Nr. 10, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 334
- Seigner, E. (2018): Simon Euringer - Neuer Leiter des Pflanzenschutzes in Hüll - ein gefragter Mann. Hopfenrundschau International, 2018/2019, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer, 123 - 123
- Seigner, E.; Lutz, A., Kammhuber, K. (2018): Hops from Germany - Special Flavor Hops from Hüll, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer
- Undas, A. K., Weihrauch, F.; Lutz, A.; van Tol, R.; Delatte, T.; Verstappen, F.; Bouwmeester, H. (2018): The use of Metabolomics to Elucidate Resistance Markers Against Damson-Hop Aphid. Journal of Chemical Ecology, 44 (7-8), Hrsg.: International Society of Chemical Ecology, 711 - 726
- Weihrauch, F. (2018): 2. Europäische Kupferfachtagung in Berlin. Hopfen-Rundschau, 69 (1), Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 11 - 11
- Weihrauch, F. (2018): Entwicklung eines Maßnahmenkatalogs zur Förderung der Biodiversität im Hopfenbau: Was ist überhaupt möglich? Julius Kühn Archiv, 461, 61. Deutsche Pflanzenschutztagung, 11.-14. September 2018, Universität Hohenheim: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Hrsg.: Julius Kühn-Institut, 223 - 223
- Weihrauch, F. (2018): Entwicklung von Methoden zur Bekämpfung des Hopfen-Erdflöhs *Psylliodes attenuatus* im ökologischen Hopfenbau, Projekt-Abschlussbericht, StMELF, 51 Seiten

Weihrauch, F. (2018): Sortenliste 2017 des Internationalen Hopfenbaubüros (IHB). Hopfen-Rundschau, 69(3), Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 84 - 92

Weihrauch, F. (2018): Spider mite management in hop cultivation: state of play, ten years later. DGaaE-Nachrichten, 32(1), Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie, 49 - 50

Wolf, S. (2018): Control of *Agriotes* spp. by the entomopathogenic fungus *Metarhizium brunneum* (Attracap®) in hops. DGaaE-Nachrichten, 32(1), Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie, 48 - 48

### 9.2.2 LfL-Schriften

Name(n)	Arbeitsgruppe	LfL-Schriften	Titel
Arbeitsbereich Hopfen	IPZ 5	LfL-Information	Jahresbericht 2017 - Sonderkultur Hopfen
Portner, J.	IPZ 5a	LfL-Information	Hopfen 2018 - Grünes Heft

### 9.2.3 Beiträge in Rundfunk und Fernsehen

Datum	Name(n)	Titel	Sender/Sendung
02.03.2018	Weihrauch, F.	Neonikotinoide im Hopfenbau	BR/Unser Land
17.11.2018	Lutz, A. Kammhuber, K.	Gesundes Bier, Schneckenfleisch, Handprothesen, Dinosaurier	BR/Gut zu wissen

### 9.2.4 Internetbeiträge

Autor(en)	Titel	Zielgruppe
Euringer, S. Seigner, E.	Forschung und Arbeiten zur <i>Verticillium</i> -Problematik bei Hopfen	Hopfenpflanzer, Hopfen- und Brauwirtschaft
Portner, J.	Aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstmeldungen	Hopfenpflanzer
Portner, J.	Fortbildungsveranstaltungen der LfL; KuLaP-Antragstellung 2019; Aktualisierung der Antragsflächen	Hopfenpflanzer
Portner, J.	Pflanzenschutz und Aktuelles	Hopfenpflanzer
Seigner, E.	Präzisionszüchtung für Hopfen	Hopfenpflanzer, Hopfen- und Brauwirtschaft
Seigner, E.	Etablierung eines Blatt-Testsystems zur Beurteilung der Toleranz von Hopfen gegenüber Falschem Mehltau	Hopfenpflanzer, Hopfen- und Brauwirtschaft
Seigner, E.	Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettnanger	Hopfen- und Brauwirtschaft, alle Hopfeninteressierte
Seigner, E. Lutz, A.	Neue Hüller Sorten - mal klassisch hopfig - mal einzigartig fruchtig	Hopfen- und Brauwirtschaft

## 9.3 Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen

### 9.3.1 Durchgeführte Seminare, Symposien, Fachtagungen, Workshops

Datum	Referent(en)	Veranstaltung	Ort	Zielgruppe
10.01.2018	Münsterer, J.	LfL-Grundlagenseminar "Hopfentrocknung"	Hüll	Hopfenpflanzer
16.01.2018	Münsterer, J.	LfL-Grundlagenseminar "Konditionierung von Hopfen"	Hüll	Hopfenpflanzer
22.01.2018	Münsterer, J.	Workshop "Bandrockner"	Hüll	Hopfenpflanzer
25.01.2018	Münsterer, J.	Workshop "Hopfentrocknung Darre"	Hüll	Hopfenpflanzer
26.01.2018	Euringer, S. Seigner, E. Fuss, S. Stampfl, J. Weihrauch, F. Wolf, S.	Workshop zur <i>Verticillium</i> -welke bei Hopfen - <i>Verticillium</i> im Boden	Hüll	Pflanzensoziolog. Institut, Bad Goisern – Österreich, Bioland, Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Pfaffenhofen, Hopfenring
01.02.2018	Münsterer, J.	Workshop "Bandrockner"	Hüll	Hopfenpflanzer aus dem Anbaugebiet Elbe-Saale
22.02.2018	Münsterer, J.	Workshop "Bandrockner"	Hüll	Hopfenpflanzer aus dem Anbaugebiet Hallertau
28.02.2018	Fuss, S. Stampfl, J.	Workshop "Bewässerung und Fertigation"	Hüll	Hopfenpflanzer aus dem Anbaugebiet Hallertau
07.06.2018	Portner, J.	Feldtag Wirtschaftsdünger- ausbringung im Hopfen	Osselts- hausen	Hopfenpflanzer
04.07.2018	Portner, J.	Feldtag rund um das Hopfen- putzen	Mießling, Schmatz- hausen	Hopfenpflanzer
16.08.2018	IPZ 5	Hopfenbonitierungsschulung	Hüll	Agrolab Mitarbeiter
18.09.2018	Portner, J.	Hopfenbonitierung	Moosburg	Hopfenexperten, Hopfen- pflanzer, Hopfenhandel, Braucher
17.10.2018	IPZ 5	Bonitierung von Hopfen- mustern aus deutschen An- baugebieten	Hüll	Hopfenexperten, Hopfen- pflanzer, Hopfenhandel, Braucher
17.10.2018	Weihrauch, F.	Runder Tisch 2018 zu aktuel- len Themen des Pflanzen- schutzes im Bio-Hopfen	Hüll	Bio-Hopfenbauern und umstellungswillige Betrie- be, Fachberater

### 9.3.2 Durchgeführte interne Veranstaltungen

Datum	Veranstaltung	Ort	Zielgruppe
07.03.2018	Besprechung "Grünes Heft Hopfen"	Hüll	Zuständige Mitarbeiter der Landesanstalten für den Hopfen
11.04.2018	DIPS-Treffen	Wolnzach	Demonstrationsbetriebe IPS
16.11.2018	Hopfen Beratungsgremium	Hüll	Hopfenexperten der Hopfen- und Brauwirtschaft, TUM Braufakultät
11.12.2018	Umsetzung der DüV im Hopfen – Länderabstimmung	Wolnzach	Zuständige Landesreferenten für Düngungsfragen

### 9.3.3 Gutachten und Stellungnahmen

Datum	Bearbeiter	Titel	Auftraggeber
22.08.2018	Fuß, S.	Offizielle Hopfenernteschätzung im Anbaugebiet Hallertau 2018	StMELF
15.11.2018	Kammhuber, K.	Peer Review	Journal of Agricultural and Food Chemistry
18.06.2018	Portner, J.	Hopfenanbau und Kupfereinsatz	BMEL
14.06.2018	Portner, J.	Hopfenarbeiten an Sonn- und Feiertagen	LRA Eichstätt
18.05.2018	Portner, J.	Vorschläge zur GAK - MSUL - Hopfen	StMELF
10.04.2018	Portner, J.	EU-Erntebericht Hopfen 2017	StMELF und BMEL
27.03.2018	Portner, J.	Abstandsauflagen - Vorschriften für Landwirte	StMELF
16.02.2018	Portner, J.	Hopfenteil des Bayerischen Agrarberichts 2018	StMELF
23.04.2018	Portner, J. Stampfl, J.	Stellungnahme zum Bewässerungsbedarf von Hopfen im Anbaugebiet Spalt	AELF
05.10.2018	Seigner, E.	Peer review	Zeitschrift "BrewingScience"
26.11.2018	Weihrauch, F.	Peer review	Zeitschrift 'Agricultural and Forest Entomology'
27.09.2018	Weihrauch, F.	Peer review	Zeitschrift 'Agricultural and Forest Entomology'
10.08.2018	Weihrauch, F.	Begutachtung von ICOAS-Tagungsbeiträgen	FiBL Österreich
02.08.2018	Weihrauch, F.	Evaluierung von Projektskizzen	BMBF / PT Jülich
22.07.2018	Weihrauch, F.	Peer review	Zeitschrift 'Zootaxa'
08.05.2018	Weihrauch, F.	Peer review	Zeitschrift 'Crop Protection'
15.10.2018	Weihrauch, F. Doleschel, P.	Stellungnahme zum Antrag Schwedens auf Zulassung von nicht-ökologischem Hopfen für die Herstellung von Bio-Bier	BMEL, Referat 414

### 9.3.4 Fachinformationen

Euringer, S.; Seigner, E., Lutz, A.; Baumgartner, A.: 'Aubergine als Zeigerpflanze für *Verticillium*-verseuchte Böden', Hüll, 30.08.2018, Hopfenrundfahrt 2018, Verband der Deutschen Hopfenpflanzer (Poster)

Euringer, S.; Seigner, E.: 'Forschung und Arbeiten zur *Verticillium*-Problematik bei Hopfen' (Internet-Beitrag)

Euringer, S.; Seigner, E.: 'Projekt zur Welkeforschung bei Hopfen', Freising (LfL-intern-Beitrag)

Lutz, A., Kammhuber, K.: 'Biogenese 2018 - Daten der Hopfenernte 2018 - Erntezeitpunkt T-1 09.08.2018', Hüll, 09.08.2018 (Versuchsergebnisse)

Lutz, A., Kammhuber, K.: 'Biogenese 2018 - Daten der Hopfenernte 2018 - Erntezeitpunkt T0 14.08.2018', Hüll, 16.08.2018 (Versuchsergebnisse)

Lutz, A., Kammhuber, K.: 'Biogenese 2018 - Daten der Hopfenernte 2018 - Erntezeitpunkt T1 21.08.2018', Hüll, 22.08.2018 (Versuchsergebnisse)

Lutz, A., Kammhuber, K.: 'Biogenese 2018 - Daten der Hopfenernte 2018 - Erntezeitpunkt T2 28.08.2018', Hüll, 29.08.2018 (Versuchsergebnisse)

Lutz, A., Kammhuber, K.: 'Biogenese 2018 - Daten der Hopfenernte 2018 - Erntezeitpunkt T3 04.09.2018', Hüll, 05.09.2018 (Versuchsergebnisse)

Lutz, A., Kammhuber, K.: 'Biogenese 2018 - Daten der Hopfenernte 2018 - Erntezeitpunkt T4 11.09.2018', Hüll, 12.09.2018 (Versuchsergebnisse)

Lutz, A., Kammhuber, K.: 'Biogenese 2018 - Daten der Hopfenernte 2018 - Erntezeitpunkt T5 18.09.2018', Hüll, 19.09.2018 (Versuchsergebnisse)

Lutz, A.; Seigner, E., Kneidl, J.; Kammhuber, K.: 'Hüller Zuchtstamm 89/02/25 mit klassisch-feinem Aroma - Großflächenversuchsanbau und Brauveruche' (Poster)

Lutz, A.; Seigner, E., Kneidl, J.; Kammhuber, K.: 'Hüller Zuchtstamm 96/01/24 mit klassisch-feinem Aroma - Großflächenversuchsanbau und Brauveruche' (Poster)

Portner, J.: 'Aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstmeldungen', Wolnzach (Internet-Beitrag)

Portner, J.: 'Fortbildungsveranstaltungen der LfL; KuLaP-Antragstellung 2019; Aktualisierung der Antragsflächen', Wolnzach, 21.11.2018 (Internet-Beitrag)

Portner, J.: 'Pflanzenschutz und Aktuelles', Wolnzach, 06.08.2018 (Internet-Beitrag)

Seigner, E., Albrecht, T.: 'Präzisionszüchtung für Hopfen' (Internet-Beitrag)

Seigner, E., Forster, B.: 'Etablierung eines Blatt-Testsystems zur Beurteilung der Toleranz von Hopfen gegenüber Falschem Mehltau' (Internet-Beitrag)

Seigner, E., Lutz, A.: 'Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettlinger' (Internet-Beitrag)

Seigner, E., Lutz, A.; Kammhuber, K.; Albrecht, T.; Mohler, V.; Büttner, B.: 'Genombasierte Präzisionszüchtung für zukunftsweisende Qualitätshopfen', 19.04.2018 (Projekt-Zwischenbericht)

Seigner, E.; Lutz, A., Kneidl, J.; Kammhuber, K.: '2011/02/04 - a New Huell Special Flavor Hop - Large Scale Field Trials and Brewing Trials' (Poster)

Seigner, E.; Lutz, A., Kneidl, J.; Kammhuber, K.: 'Breeding line 89/02/25 with classical noble aroma - Large Scale field trials and brewing trials' (Poster)

Seigner, E.; Lutz, A.: 'Entwicklung von leistungsstarken, gesunden Hopfen mit hohen Alphasäuregehalten und besonderer Eignung für den Anbau im Elbe-Saale-Gebiet - 2. Sachbericht ' (Projekt-Zwischenbericht)

Seigner, E.; Lutz, A.: 'Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettlinger', 19.03.2018 (Projekt-Zwischenbericht)

Seigner, E.; Lutz, A.: 'Neue Hüller Sorten - mal klassisch hopfig - mal einzigartig fruchtig' (Internet-Beitrag)

Seigner, E.; Portner, J.: 'Große Ehrung für zwei Wissenschaftler der LfL mit dem Hopfenorden des Internationalen Hopfenbaubüros ', Freising, Hopfenrundfahrt 2017, Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V. (LfL-intern-Beitrag)

### 9.3.5 Vorträge

Referent(en)	Thema/Titel	Veranstaltung	Ort, Datum	TN
Doleschel, P.	Aktuelles aus dem Arbeitsbereich Hopfen	Hopfenbauversammlung	Hedersdorf, 05.02.2018	15
Doleschel, P.	Aktuelles aus dem Arbeitsbereich Hopfen	Hopfenbauversammlung	Spalt, 05.02.2018	36
Doleschel, P.	Aktuelles aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung	Wissenschaftler, Brauer, Mälzer, Züchter, Sortenprüfer;	Freising, 06.02.2018	20
Doleschel, P.	Grußwort	Mitgliederversammlung des Hopfenrings	Aiglsbach, 06.03.2018	300
Doleschel, P.	Koordinierungsgruppe Pflanzenproduktion	Sommerarbeitsbesprechung IPZ	Bad Alexandersbad, 26.07.2018	43
Doleschel, P., Portner, J.; Euringer, S.; Seigner, E.; Lutz, A.; Kammhuber, K.; Weihrauch, F.	LfL Hop Research and Extension Service	Global Hop Summit	Hüll, 28.08.2018	45

Referent(en)	Thema/Titel	Veranstaltung	Ort, Datum	TN
Doleschel, P., Portner, J.; Euringer, S.; Seigner, E.; Kammhuber, K.; Wehrauch, F.	Der LfL-Arbeitsbereich Hopfen im Jahr 2018/2019	Jahresgespräch GfH-LfL	Hüll, 27.11.2018	15
Euringer, S.	Vorstellung Forschungs- vorhaben: Biologische Bodenentseuchung ( <i>Verticillium</i> )	Sitzung des Aufsichtsrates der Erzeugergemeinschaft HVG e.G.	Wolnzach, 16.01.2018	28
Euringer, S.	<i>Verticillium</i> Workshop Fa. Barth	Multiplikatoren-schulung Hopfenhandel	Mainburg, 14.03.2018	16
Euringer, S.	Fernerkundung im Hopfen	TWA-Sitzung	Wolnzach, 11.04.2018	25
Euringer, S.	Vorstellung des GfH- Projekts zur <i>Verticillium</i> - forschung	Sommerarbeitsbesprechung IPZ	Bad Alexan- dersbad, 25.06.2018	43
Euringer, S.	Umsetzung der Pflanzen- beschauverordnung – Vermehrungsmaterial	Workshop Pflanzenbe- schauverordnung	Hüll, 11.07.2018	9
Euringer, S.	Vorstellung des Verticilli- umselektionsgarten und des Sanierungsversuchs	Hopfenbegehung der HVG mit Vertretern der Augustiner Brauerei	Engelbrechts- münster, 17.07.2018	7
Euringer, S.	Plant protection in hop	Global Hop Summit	Hüll, 28.08.2018	45
Euringer, S.	Aubergine als Zeiger- pflanze für <i>Verticillium</i>	Hopfenrundfahrt	Hüll, 30.08.2018	180
Euringer, S.	Pflanzenschutz im Hopfenbau	GfH Connecting Days	Hüll, 20.11.2018	20
Euringer, S., Fuß, S.	Vorstellung Forschungs- vorhaben: Biologische Bodenentseuchung ( <i>Verticillium</i> )	Infoveranstaltung zu BBE der Fa. Steiner	Mainburg, 25.09.2018	15
Euringer, S., Portner, J.	Pflanzenschutz im Hop- fenbau - Aktuelle Situation und Ausblick 2019 und Leaf Wall Area in Hopfen	Pflanzenschutz und Laub- wandfläche / Leaf Wall Area in Hopfen	Braun- schweig, 06.12.2018	9
Euringer, S., Portner, J.; Wehrauch, F.	Pflanzenschutz im deut- schen Hopfenanbau - aktu- elle Situation und Perspek- tiven	Pflanzenschutztagung Hopfen	Pfaffenhofen, 31.08.2018	40
Euringer, S., Seigner, E.	Forschung zur Verticilli- umwelke: Aktueller Stand und Zielsetzung	BayWa-Tischgespräch	Bruckbach, 24.01.2018	28
Euringer, S., Seigner, E.	Forschung zur Verticilli- umwelke: Aktueller Stand und Zielsetzung	LfL- Hopfenbauversammlung	Biburg, 29.01.2018	50
Euringer, S., Seigner, E.	Forschung zur Verticilli- umwelke: Aktueller Stand und Zielsetzung	LfL- Hopfenbauversammlung	Oberhatz- kofen, 30.01.2018	60
Euringer, S., Seigner, E.	Forschung zur Verticilli- umwelke: Aktueller Stand und Zielsetzung	LfL- Hopfenbauversammlung	Unterpind- hart, 31.01.2018	120

Referent(en)	Thema/Titel	Veranstaltung	Ort, Datum	TN
Euringer, S., Seigner, E.	Forschung zur Verticilliumwelke: Aktueller Stand und Zielsetzung	LfL- Hopfenbauversammlung	Osselts- hausen, 01.02.2018	105
Euringer, S., Seigner, E.	Forschung zur Verticilliumwelke: Aktueller Stand und Zielsetzung	LfL- Hopfenbauversammlung	Hedersdorf, 05.02.2018	25
Euringer, S., Seigner, E.	Forschung zur Verticilliumwelke: Aktueller Stand und Zielsetzung	LfL- Hopfenbauversammlung	Spalt, 05.02.2018	42
Euringer, S., Seigner, E.	Forschung zur Verticilliumwelke: Aktueller Stand und Zielsetzung	Biolandwoche Hopfenbautag	Plankstetten, 06.02.2018	34
Euringer, S., Seigner, E.	Forschung zur Verticilliumwelke: Aktueller Stand und Zielsetzung	LfL- Hopfenbauversammlung	Mainburg, 07.02.2018	170
Euringer, S., Seigner, E.	Forschung zur Verticilliumwelke: Aktueller Stand und Zielsetzung	LfL- Hopfenbauversammlung	Lindach, 07.02.2018	45
Euringer, S., Seigner, E.	Forschung zur Verticilliumwelke: Aktueller Stand und Zielsetzung	LfL- Hopfenbauversammlung	Marching, 09.02.2018	43
Euringer, S., Seigner, E.	Research on <i>Verticillium</i> in hop	European Brewery Convention (EBC)	Nürnberg, 11.09.2018	100
Euringer, S., Seigner, E.; Lutz, A.; Fuß, S.	Vorstellung und Besprechung Programm des GfH- <i>Verticillium</i> -Projekts	Besprechung <i>Verticillium</i> -Projekt	Hüll, 26.01.2018	9
Euringer, S., Weihrauch, F.; Portner, J.	Plant protection in hop - Current situation in Germany and Leaf Wall Area	Commodity Expert Group (CEG) Minor Uses in Hops	Žatec- Slowenien, 24.11.2018	15
Fuß, S.	Workshop Bewässerung	Workshop Bewässerung	Hüll, 28.02.2018	15
Fuß, S.	Feldtag rund um das Thema Hopfenputzen	Hopfenbau-Feldtag	Mießling/ Schmatzh., 04.07.2018	250
Kammhuber, K.	Was beeinflusst das Hopfenaroma - eine analytische und sensorische Annäherung?	LfL- Hopfenbauversammlung	Biburg, 29.01.2018	50
Kammhuber, K.	Was beeinflusst das Hopfenaroma - eine analytische und sensorische Annäherung?	LfL- Hopfenbauversammlung	Oberhatz- kofen, 30.01.2018	60
Kammhuber, K.	Was beeinflusst das Hopfenaroma - eine analytische und sensorische Annäherung?	LfL- Hopfenbauversammlung	Unterpind- hart, 31.01.2018	120
Kammhuber, K.	Was beeinflusst das Hopfenaroma - eine analytische und sensorische Annäherung?	LfL- Hopfenbauversammlung	Osselts- hausen, 01.02.2018	105
Kammhuber, K.	Was beeinflusst das Hopfenaroma - eine analytische und sensorische Annäherung?	LfL- Hopfenbauversammlung	Spalt, 05.02.2018	42

Referent(en)	Thema/Titel	Veranstaltung	Ort, Datum	TN
Kammhuber, K.	Was beeinflusst das Hopfenaroma - eine analytische und sensorische Annäherung?	LfL-Hopfenbauversammlung	Hedersdorf, 05.02.2018	25
Kammhuber, K.	Was beeinflusst das Hopfenaroma - eine analytische und sensorische Annäherung?	LfL-Hopfenbauversammlung	Mainburg, 07.02.2018	170
Kammhuber, K.	Was beeinflusst das Hopfenaroma - eine analytische und sensorische Annäherung?	LfL-Hopfenbauversammlung	Lindach, 07.02.2018	45
Kammhuber, K.	Was beeinflusst das Hopfenaroma - eine analytische und sensorische Annäherung?	LfL-Hopfenbauversammlung	Marching, 09.02.2018	43
Kammhuber, K.	Braucht man noch Wöllmeranalysen?	Mitgliederversammlung GfH	Wolnzach, 11.04.2018	25
Kammhuber, K.	Qualitative und quantitative Charakterisierung der trichomalen freien und gebundenen Aromastoffe von Hopfendolden und Hopfenblättern zur besseren Beurteilung des Aromapotentials von weiblichen und männlichen Hopfenpflanzen	StMELF, LfL-Führung	Freising, 15.05.2018	15
Kammhuber, K.	Hopfenanalytik in Hüll	Führung Barth-Haas-Group	Hüll, 20.11.2018	20
Lutz, A.	Hopfenzüchtung im Wandel der Zeit	Altweihenstephaner Brauerbund	Freising, 18.10.2018	50
Lutz, A.	Bonitierung von Hopfenmustern der Ernte 2018	IGN-Hopfenstammtisch	Niederlauterbach, 22.10.2018	25
Lutz, A.	Hopfensorten - Besonderheiten	IGN-Hopfentag	Obermettenbach, 23.08.2018	120
Lutz, A.	Hopfensaison 2018 - Witterung, Sortenreife, Krankheiten und Schädlinge	Hopfenrundfahrt	Hallertau, 30.08.2018	180
Lutz, A., Seigner, E.	Züchtung von robusten Hochalpha-Hopfensorten für das Elbe-Saale Gebiet	Elbe-Saale Hopfentag	Grävernitz, 27.07.2018	200
Lutz, A., Seigner, E.	Die neuen Hüller Aromasorten - mal hopfig-würzig, mal fruchtig	Barth-Haas-Group	Hüll, 20.11.2018	20
Lutz, A., Seigner, E.	Potenzial zweier Zuchtstämme als Tettninger bzw. Spalter-Nachkommen	Jahresgespräch GfH-LfL	Hüll, 27.11.2018	12
Lutz, A., Seigner, E.	Zuchtfortschritt der neuen Hüller Sorten	Jahresgespräch GfH-LfL	Hüll, 27.11.2018	12
Lutz, A., Seigner, E.	Die neuen Hüller Sorten	Dienstbesprechung IPZ 5	Hüll, 03.12.2018	30



Referent(en)	Thema/Titel	Veranstaltung	Ort, Datum	TN
Lutz, A., Kneidl, J., Seigner, E.	Bundesehrenpreise für Hopfen - ein wichtiges Marketinginstrument	Grüne Woche Berlin	Berlin, 26.01.2018	100
Lutz, A., Kneidl, J. Seigner, E.	Bundesehrenpreise für Hopfen - ein wichtiges Marketinginstrument	BRAU Beviale	Nürnberg, 15.11.2018	100
Münsterer, J.	Steigerung der Trocknungsleistung und der Qualitätsverbesserung bei der Trocknung von Hopfen	Mitgliederversammlung des Vereins zur Förderung des Heil- und Gewürzpflanzenanbaus in Bayern e.V.	Allershausen /Tünzhausen, 27.02.2018	70
Münsterer, J.	Neu Erkenntnisse Steuerung Bandtrockner	Frühjahrestreffen Elbe/Saale	Herrenschwende, 29.05.2018	45
Münsterer, J.	Feldtag rund um das Thema Hopfenputzen	Hopfenbau-Feldtag	Mießling/ Schmatzh., 04.07.2018	250
Obermaier, M., Weihrauch, F.	Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbaupraxis über Untersaaten	Hopfenbaulehrfahrt	Sallingberg, Rohr in NB, 07.08.2018	55
Obermaier, M.	Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbaupraxis über Untersaaten	Hopfenbaulehrfahrt	Sallingberg, Rohr in NB, 08.08.2018	35
Obermaier, M., Weihrauch, F.	Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbaupraxis durch Untersaaten	Hopfenrundfahrt	Hüll, 30.08.2018	180
Obermaier, M, Weihrauch, F.	Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbaupraxis über Untersaaten	36. Tagung des AK 'Nutzarthropoden und Entomopathogene Nematoden'	Bremen, 27.11.2018	42
Obster, R.	Aktuelles zum Pflanzenschutz im Hopfenbau	Aktuelles zum Pflanzenschutz im Hopfenbau, Hopfenhalle der HVG	Spalt, 30.05.2018	70
Obster, R.	Feldtag rund um das Hopfenputzen	Hopfenbau-Feldtag (DIPS)	Mießling/ Schmatzh., 04.07.2018	250
Obster, R.	Modell- und Demonstrationsvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz"	Vlf-Rundfahrten (Lkr. KEH)	Einthal, Elsendorf, 07.08.2018	55
Obster, R.	Modell- und Demonstrationsvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz"	Vlf-Rundfahrten (Lkr. FS)	Einthal, Elsendorf, 08.08.2018	30
Obster, R.	Modell- und Demonstrationsvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz"	Vlf-Rundfahrten	Einthal, Elsendorf, 09.08.2018	50
Obster, R.	Modell- und Demonstrationsvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz"	Hopfenrundfahrt	Hüll, 30.08.2018	180
Obster, R.	Modellvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz", Teilvorhaben "Hopfenanbau in Bayern"	61. Pflanzenschutztagung	Hohenheim, 11.09.2018	80

Referent(en)	Thema/Titel	Veranstaltung	Ort, Datum	TN
Obster, R., Portner, J.	Erste Erfahrungen und Auswertungen im Modellvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz" im Hopfenanbau	Sitzung des TWA der GfH	Wolnzach, 11.04.2018	25
Portner, J.	Umsetzung der neuen Düngeverordnung im Hopfen	Multiplikatoren-schulung Hopfenhandel	Hüll, 17.01.2018	35
Portner, J.	Die Stickstoffbedarfs-ermittlung bei Hopfen nach der neuen Dünge-verordnung	Informationsveranstaltung Landhandel	Hebronts- hausen, 22.01.2018	20
Portner, J.	Die Stickstoffbedarfs-ermittlung bei Hopfen nach der neuen Dünge-verordnung	BayWa-Tischgespräch	Bruckberg, 24.01.2018	30
Portner, J.	Die Stickstoffbedarfs-ermittlung bei Hopfen nach der neuen Dünge-verordnung	LfL- Hopfenbauversamml- ung	Biburg, 29.01.2018	45
Portner, J.	Die Stickstoffbedarfs-ermittlung bei Hopfen nach der neuen Dünge-verordnung	LfL- Hopfenbauversamml- ung	Oberhatz- kofen, 30.01.2018	50
Portner, J.	Die Stickstoffbedarfs-ermittlung bei Hopfen nach der neuen Dünge-verordnung	LfL- Hopfenbauversamml- ung	Unterpind- hart, 31.01.2018	120
Portner, J.	Die Stickstoffbedarfs-ermittlung bei Hopfen nach der neuen Dünge-verordnung	LfL- Hopfenbauversamml- ung	Osselts- hausen, 01.02.2018	110
Portner, J.	Die Stickstoffbedarfs-ermittlung bei Hopfen nach der neuen Dünge-verordnung	LfL- Hopfenbauversamml- ung	Hedersdorf, 05.02.2018	15
Portner, J.	Die Stickstoffbedarfs-ermittlung bei Hopfen nach der neuen Dünge-verordnung	LfL- Hopfenbauversamml- ung	Spalt, 05.02.2018	40
Portner, J.	Die Stickstoffbedarfs-ermittlung bei Hopfen nach der neuen Dünge-verordnung	LfL- Hopfenbauversamml- ung	Lindach, 07.02.2018	45
Portner, J.	Die Stickstoffbedarfser- mittlung bei Hopfen nach der neuen Düngeverord- nung	LfL- Hopfenbauversamml- ung	Mainburg, 07.02.2018	140
Portner, J.	Die Stickstoffbedarfs-ermittlung bei Hopfen nach der neuen Dünge-verordnung	LfL- Hopfenbauversamml- ung	Marching, 09.02.2018	40
Portner, J.	Umsetzung der Dünge- verordnung im Hopfen	Ringwartschulung	Wolnzach, 09.02.2018	10

Referent(en)	Thema/Titel	Veranstaltung	Ort, Datum	TN
Portner, J.	Bodenfruchtbarkeit	Treffen des AK Hopfen	Haunsbach, 22.02.2018	15
Portner, J.	Argumente für die Hopfenbewässerung	Informationsveranstaltung zur Bewässerung	Niederlauterbach, 19.04.2018	15
Portner, J.	Feldtag rund um das Thema Hopfenputzen	Feldtat rund um das Thema Hopfenputzen	Mießling, Schmatzhäuser, 04.07.2018	250
Portner, J.	Leitlinien zum integrierten Pflanzenschutz im Hopfenanbau	Vorstands- und Beiratssitzung HVG und Hopfenpflanzerverband	Dresden, 26.07.2018	30
Portner, J.	Umsetzung der Düngerverordnung im Hopfen	Sommerarbeitsbesprechung IPZ	Bad Alexandersbad, 26.07.2018	25
Portner, J.	Leitlinien zum integrierten Pflanzenschutz im Hopfenanbau	PS-Fachtagung	Siebenecken, 31.08.2018	45
Portner, J.	Vorstellung Forschungsprojekte der AG Hopfenbau, Produktionstechnik	Sitzung AG Nährstoffhaushalt	Freising, 06.09.2018	15
Portner, J.	Fachkritik Hopfen 2018	Eröffnung der Hopfen- und Gerstenschau	Moosburg a.d. Isar, 20.09.2018	60
Portner, J.	Argumente für die Hopfenbewässerung	Informationsveranstaltung zur Bewässerung	Niederlauterbach, 01.10.2018	25
Portner, J.	Argumente für die Hopfenbewässerung	Gemeinderatssitzung	Wolnzach, 08.11.2018	40
Portner, J.	Argumente für die Hopfenbewässerung	Informationsveranstaltung zur Bewässerung	Geisenfeldwinden, 19.11.2018	25
Portner, J.	Forschungsprojekte der AG Hopfenbau, Produktionstechnik	GfH Connecting Days	Hüll, 20.11.2018	25
Portner, J.	Daten und Fakten zum Hopfenanbau	Faschgespräch Pflanzenschutz im Hopfen	Braunschweig, 06.12.2018	9
Portner, J.	PS-Applikationstechnik im Hopfen	Faschgespräch Pflanzenschutz im Hopfen	Braunschweig, 06.12.2018	9
Portner, J., Obster, R.	Erste Erfahrungen und Auswertungen im Modellvorhaben „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz im Hopfenanbau“	Kolloquienreihe LfL	Freising, 20.11.2018	25
Portner, J., Obster, R.	Erste Erfahrungen und Auswertungen im Modellvorhaben „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz im Hopfenanbau“	JKI-Arbeitstagung DIPD	Berlin, 22.11.2018	25

Referent(en)	Thema/Titel	Veranstaltung	Ort, Datum	TN
Portner, J., Wolf, S.; Weihrauch, F.	Aktuelles zum Pflanzenschutz im Hopfen 2018	Frühjahrstreffen Elbe/Saale	Hinsdorf, 13.03.2018	45
Schlagenhauser, A.	Wirtschaftsdüngerausbringung im Hopfen		Osselshausen, 07.06.2018	150
Schlagenhauser, A.	Vlf-Hopfenlehrfahrt	Vlf-Hopfenlehrfahrt	Einthal/ Elsendorf, 07.08.2018	55
Schlagenhauser, A.	Vlf-Hopfenlehrfahrt	Vlf-Hopfenlehrfahrt	Einthal/ Elsendorf, 08.08.2018	30
Schlagenhauser, A.	Vlf-Hopfenlehrfahrt	Vlf-Hopfenlehrfahrt	Einthal/ Elsendorf, 09.08.2018	50
Schlagenhauser, A.	Hopfenrundfahrt 2018	Hopfenrundfahrt	Hüll, 30.08.2018	180
Seigner, E.	Applied research on hops at the Bavarian State Research Center for Agriculture	Certified Brewmaster Course	Hüll, 28.06.2018	39
Seigner, E.	Moderation der Session "Hop Breeding and Growing"	EBC (European Brewery Convention) Hop Symposium	Nürnberg, 11.09.2018	100
Seigner, E., Lutz, A.	Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettlinger	Dienstbespr. Hopfen am Ministerium f. Ländlichen Raum, Baden-Württemberg	Stuttgart, 22.02.2018	15
Seigner, E., Lutz, A.	Applied research on hops at the Bavarian State Research Center for Agriculture	Führung Studenten der Universität Pollenzo, Gastron. Wissenschaften	Hüll, 12.04.2018	34
Seigner, E., Lutz, A.	Hop Breeding Research	Global Hop Summit	Hüll, 28.08.2018	45
Seigner, E., Lutz, A.	Hopfenzüchtung, Registerprüfung und Sortenzulassung	Besuch der russischen Union der Gersten-, Malz-, Hopfen- und Brauereiersteller im StMELF	München, 26.09.2018	25
Seigner, E., Lutz, A.	Züchtungsforschung Hopfen der LfL	Führung Barth-Haas-Group	Hüll, 20.11.2018	20
Seigner, E., Lutz, A.	Phänotypisierung der Mehlauresistenz für die genomweiten Assoziationskartierung	GHop-Projektpartner	Stuttgart, 21.11.2018	10
Seigner, E., Lutz, A.	Präzisionszüchtung für Hopfen	GHop-Projektpartner	Stuttgart, 21.11.2018	10
Seigner, E., Lutz, A.	Information zum aktuellen Stand des GHop-Projekts	Jahresgespräch GfH-LfL	Hüll, 27.11.2018	12
Seigner, E., Lutz, A.	Mehlauresistenzzüchtung bei Hopfen - Mehlauisolate und Blatt-Testsystem	Jahresgespräch GfH-LfL	Hüll, 27.11.2018	12
Seigner, E., Lutz, A.; Kammhuber, K.; Albrecht, T.; Mohler, V.	Genombasierte Präzisionszüchtung für zukunftsweisende Qualitätshopfen	TWA-Sitzung	Wolnzach, 11.04.2018	25

Referent(en)	Thema/Titel	Veranstaltung	Ort, Datum	TN
Stampfl, J.	Bewässerung und Fertigation von Hopfen		Wolnzach, 25.01.2018	10
Stampfl, J.	Workshop Bewässerung	Workshop Bewässerung	Hüll, 28.02.2018	15
Stampfl, J.	Zwischenbericht: Verbesserung der Nährstoffeffizienz von Hopfen durch Fertigation	AR-Sitzung der HVG	Wolnzach, 11.12.2018	20
Stampfl J.	Verbesserung der Nährstoffeffizienz von Hopfen	Vorlesung im Rahmen des Bachelorstudienganges Landwirtschaft	Freising, 17.12.2018	15
Weihrauch, F.	Aktuelles aus der Hopfenforschung: Ergebnisse 2017 und Ausblick auf kommende Projekte	Bioland-Hopfenbautag	Kloster Plankstetten, 06.02.2018	34
Weihrauch, F.	Aktuelle Forschungsprojekte zum Pflanzenschutz im Hopfenbau	Faschgespräch Pflanzenschutz im Hopfen	Bonn, 28.02.2018	23
Weihrauch, F.	Forschungsvorhaben ‚Hopfen und Biodiversität‘ -geht das überhaupt zusammen?	Sitzung Technisch-wissenschaftlicher-Ausschuss (TWA) der Gesellschaft für Hopfenforschung	Wolnzach, 11.04.2018	32
Weihrauch, F.	Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbaupraxis über Untersaaten	Hopfenbau-Lehrfahrt	Sallingberg, Rohr in Niederbayern, 09.08.2018	50
Weihrauch, F.	Ecological issues of hop cultivation	Global Hop Summit	Hüll, 28.08.2018	45
Weihrauch, F.	Entwicklung eines Maßnahmenkatalogs zur Förderung der Biodiversität im Hopfenbau: Was ist überhaupt möglich?	61. Deutsche Pflanzenschutztagung	Universität Hohenheim, 12.09.2018	55
Weihrauch, F.	Forschungsvorhaben ‚Hopfen und Biodiversität‘ -geht das überhaupt zusammen?	BBV Kreisversammlung	Uttenhofen, 30.10.2018	80
Weihrauch, F.	Results of the German organic movement's monitoring programme of copper applications and implications on copper minimization strategy	3. Europäische Tagung zu Kupfer als Pflanzenschutzmittel	Berlin, 16.11.2018	85
Weihrauch, F.	Ökologische Fragen des Hopfenbaus	GfH Connecting Days	Hüll, 20.11.2018	20
Weihrauch, F., Doleschel, P.	Entwicklung eines Maßnahmenkatalogs zur Förderung der Biodiversität im Hopfenbau: Was ist überhaupt möglich?	Sitzung des Aufsichtsrates der Erzeugergemeinschaft HVG e.G.	Wolnzach, 16.01.2018	28

Referent(en)	Thema/Titel	Veranstaltung	Ort, Datum	TN
Weihrauch, F., Kienzle, J.	Antrag auf Finanzierung von Studien für die Zulassung von Quassia amara als Grundstoff nach Art. 23 der VO (EG) 1107/2009	Sitzung des Aufsichtsrates der Erzeugergemeinschaft HVG e.G.	Wolnzach, 16.08.2018	30
Weihrauch, F., Schwab, S.	Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Fungizide im ökologischen und integrierten Hopfenbau	Aufsichtsratssitzung der Erzeugergemeinschaft HVG e.G.	Wolnzach, 11.12.2018	25
Weihrauch, F., Wolf, S.	Pflanzenschutz im Hopfenbau 2018: Grenzen und Möglichkeiten	BayWa-Tischgespräch	Bruckbach, 24.01.2018	28
Weihrauch, F., Wolf, S.	Pflanzenschutz im Hopfenbau 2018: Grenzen und Möglichkeiten	LfL- Hopfenbauversammlung	Osselthausen, 01.02.2018	105
Weihrauch, F., Wolf, S.	Pflanzenschutz im Hopfenbau 2018: Grenzen und Möglichkeiten	LfL- Hopfenbauversammlung	Hedersdorf, 05.02.2018	25
Weihrauch, F., Wolf, S.	Pflanzenschutz im Hopfenbau 2018: Grenzen und Möglichkeiten	LfL- Hopfenbauversammlung	Spalt, 05.02.2018	42
Weihrauch, F., Wolf, S.	Pflanzenschutz im Hopfenbau 2018: Grenzen und Möglichkeiten	LfL- Hopfenbauversammlung	Marching, 09.02.2018	43
Wolf, S.	Aktuelles im Pflanzenschutz Hopfen 2018	Informationsveranstaltung für Vertreter der Hopfenhandelsfirmen	Hüll, 17.01.2018	45
Wolf, S.	Pflanzenschutz im Hopfenbau 2018: Grenzen und Möglichkeiten	Informationsveranstaltung der Fa. Beiselen	Hebrontshausen, 22.01.2018	25
Wolf, S.	Ökologischer Hopfenbau - Neue Optionen in Sachen Pflanzenschutz?	Biolandwoche - Hopfenbautag	Plankstetten, 06.02.2018	45
Wolf, S.	Fachgespräch Pflanzenschutz im Hopfenbau 2018	Fachgespräch Pflanzenschutz im Hopfen	Bonn, 28.02.2018	23
Wolf, S., Weihrauch, F.	Pflanzenschutz im Hopfenbau 2018: Grenzen und Möglichkeiten	LfL- Hopfenbauversammlung	Biburg, 29.01.2018	50
Wolf, S., Weihrauch, F.	Pflanzenschutz im Hopfenbau 2018: Grenzen und Möglichkeiten	LfL- Hopfenbauversammlung	Oberhatzkofen, 30.01.2018	60
Wolf, S., Weihrauch, F.	Pflanzenschutz im Hopfenbau 2018: Grenzen und Möglichkeiten	LfL- Hopfenbauversammlung	Unterpindhart, 31.01.2018	120
Wolf, S., Weihrauch, F.	Pflanzenschutz im Hopfenbau 2018: Grenzen und Möglichkeiten	LfL- Hopfenbauversammlung	Mainburg, 07.02.2018	170
Wolf, S., Weihrauch, F.	Pflanzenschutz im Hopfenbau 2018: Grenzen und Möglichkeiten	LfL- Hopfenbauversammlung	Lindach, 07.02.2018	45

### 9.3.6 Besuchte Messen und Ausstellungen

Datum	Betreuer	Veranstaltung	Ort	Zielgruppe
21.- 25.05.2018	Portner, J.	Landesgartenschau	Würzburg	Verbraucher
17.- 20.07.2018	Portner, J.	Hopfen auf der Landesgartenschau in Würzburg	Würzburg	Verbraucher

### 9.3.7 Praktika

Thema	Betreuer	Praktikantentyp	Beginn	Ende
Analytik rund um den Hopfen	Kammhuber, K.	FOS Landshut Schönbrunn	17.09.2018	15.02.2018
Analytik rund um den Hopfen	Kammhuber, K.	FOS Landshut Schönbrunn	02.10.2017	09.02.2018
Forschung rund um den Hopfen	Lutz, A.	Student(in) Hochschule Weihenstephan-Triesdorf	01.10.2018	26.10.2018
Forschung rund um den Hopfen	Lutz, A.	Student(in) TUM	30.07.2018	24.08.2018
Forschung rund um den Hopfen	Lutz, A.	Schüler(in) Gymnasium	09.07.2018	13.07.2018
Forschung rund um den Hopfen	Lutz, A.	Schüler(in) Gymnasium	09.07.2018	13.07.2018
Forschung rund um den Hopfen	Lutz, A.	ATA-Auszubildende(r)	02.07.2018	20.07.2018
Forschung rund um den Hopfen	Lutz, A.	FOS Landshut Schönbrunn	05.03.2018	20.07.2018
Hopfen für Unterricht an der Berufsschule	Münsterer, J.	Fortbildungsmaßnahme f. Berufsschule	27.10.2017	01.10.2018

### 9.3.8 Führungen

Datum	Name	Thema/Titel	Gäste	TZ
12.07.2018	Doleschel, P. Lutz, A.	Hopfenforschung der LfL	TOP-Management-Teilnehmer, Sommerexkursion	28
03.07.2018	Kammhuber, K. Weihrauch, F.	Hopfenanalytik, Ökologischer Hopfenbau, Hopfenforschung allgemein	Hopfenbauinteressierte Landwirte, Berater, Brauer und Presse	50
07.03.2018	Lutz, A.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Hopfenbau	Freie Wähler Wolnzach	25
06.07.2018	Lutz, A.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Hopfenaroma, Bierverkostung	Hopfeninteressierte	25
14.08.2018	Lutz, A.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung	HVG, US-Hopfenpflanzer	2
16.08.2018	Lutz, A.	Hopfenzüchtung, Sortenentwicklung und Reife	Hopfenring	80
20.08.2018	Lutz, A.	Hopfenzüchtung	BayWa	2
01.09.2018	Lutz, A.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung und Sorten	AB-InBev, Craft Brauer und Fototeam	5
20.09.2018	Lutz, A.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Hopfensorten, Hopfenbau	Berufsschule München, Braustudenten	60
26.09.2018	Lutz, A.	Hop Research of the LfL, hop breeding, hop aroma	Brauer, IGN	3

Datum	Name	Thema/Titel	Gäste	TZ
23.10.2018	Lutz, A.	Hop research of the LfL, hop breeding	US-Hopfenhändler und Brauer	7
24.10.2018	Lutz, A.	Grüne Woche 2019 - Stand der Sonderkulturen	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung	1
16.08.2018	Lutz, A. Seigner, E.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Tettninger Züchtungsprogramm	Journalisten	2
17.09.2018	Lutz, A. Seigner, E.	Informationsbesuch, Hopfensorten, Züchtung, Anbau	Nateco, Dr. Wuzik	1
16.01.2018	Lutz, A. Seigner, E. Kammhuber, K.	hop research of the LfL, hop breeding, hop analytics, GfH-membership	Diageo, Innovationsteam; Barth Haas Group	6
29.08.2018	Lutz, A. Seigner, E. Kammhuber, K. Weihrauch, F.	Hopfenzüchtung, Hopfenorten, Pflanzenschutz, Ökol. Fragen, Hopfenanalytik,	AB-InBev, Global Hop Network	42
17.07.2018	Lutz, A. Weihrauch, F.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Ökohopfenbau	Comptoir Agricole und franz. Landwirtschaftsschule	55
21.09.2018	Seigner, E.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Hopfenanalytik, Ernte	AB-InBev, Management	2
24.09.2018	Seigner, E.	hop research of the LfL, hop breeding, hop aroma	AB-InBev, GPO Abteilung	40
29.09.2018	Seigner, E.	hop research of the LfL, hop breeding, hop aroma and analytics	AB-InBev, Brauer, Craft Brewer	20
31.10.2018	Seigner, E.	Hopfenanbau in Deutschland, Hopfenzüchtung, Hopfensorten	Schüler, Gymnasium Neustadt	1
19.06.2018	Seigner, E. Euringer, S.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenbau, Hopfenzüchtung, <i>Verticillium</i> -Forschung	BoKu Wien und TUM, Lehrstuhl Agrarsystemtechnik	11
17.09.2018	Seigner, E. Euringer, S.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Hopfenanbau, Hopfenanalytik	Burkhart-Gymnasium Mallersdorf-Pfaffenberg	23
12.04.2018	Seigner, E. Weihrauch, F.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Pflanzenschutz, Hopfenanalytik, Ökol. Fragen im Hopfenbau	Studenten, Universität Pollenzo, Gastron. Wissenschaften	34
08.05.2018	Seigner, E. Kammhuber, K.	hop research of the LfL	Studenten, Landwirtschaftl. Fachhochschule Den Bosch	30
11.05.2018	Seigner, E. Kammhuber, K.	hop research of the LfL	AB-InBev, Global Brewmaster Class	55
30.05.2018	Seigner, E. Kammhuber, K.	hop aroma compounds	TUM, Braufakultät; Kirin	2
03.07.2018	Seigner, E. Kammhuber, K.	Hopfenforschung	Studenten, TUM, LS Getränke- und Brautechnologie	20
09.08.2018	Seigner, E. Kammhuber, K.	Hop research of the LfL	AB-InBev, Wirtschaftsstudenten (GMBA)	32
04.09.2018	Seigner, E. Kammhuber, K.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Hopfenanalytik	Polar, Heineken	4



Datum	Name	Thema/Titel	Gäste	TZ
07.09.2018	Seigner, E. Kammhuber, K.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Pflanzenschutz, Hopfenanalytik	Kloser Group, US Craft Brewer, Beer Consultant, Distributor	4
09.11.2018	Seigner, E. Kammhuber, K.	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Zuchtsorten, Hopfenanalytik	US-Brewer Association	2
09.11.2018	Seigner, E. Kammhuber, K.	hop research of the LfL, hop breeding, hop analytics, Huell hop cultivars	Tsingtao Brewery	4
28.06.2018	Seigner, E. Kammhuber, K. König, W., GfH	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Hopfenbau, Pflanzenschutz, Hopfenanalytik	VLB, Certified Brewmaster Course	39

### 9.3.9 Ausstellungen und Poster

Autor(en)	Titel	Veranstaltung/Ort	Veranstalter
Euringer, S. Seigner, E.	Aubergine als Zeigerpflanze für <i>Verticillium</i> -verseuchte Böden	Hopfenrundfahrt 2018, Hüll	Verband der Deutschen Hopfenpflanzer
Lutz, A. Seigner, E.	Hüller Zuchtstamm 89/02/25 mit klassisch-feinem Aroma	diverse Führungen	LfL, IPZ 5
Lutz, A. Seigner, E.	Hüller Zuchtstamm 96/01/24 mit klassisch-feinem Aroma		
Seigner, E. Lutz, A.	2011/02/04 - a New Huell Special Flavor Hop		
Seigner, E. Lutz, A.	Breeding line 89/02/25 with classical noble aroma		

## 9.4 Mitarbeit in Arbeitsgruppen, Mitgliedschaften

Mitglied	Organisation
Doleschel, P.	Bayerische Pflanzenzuchtgesellschaft
	DLG e.V., Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
	DLG-Ausschuss für Pflanzenzüchtung und Saatgutwesen
	GIL, Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft e.V.
	Gesellschaft für Hopfenforschung
	Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V.
	Gesellschaft für Pflanzenzüchtung
	ISIP e.V. (Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion)
	Kartoffelgesundheitsdienst Bayern e.V.
	LKP
	Testgremium für Pflanzkartoffeln in Bayern
Euringer, S.	EU Commodity Expert Group Minor Uses Hops
	Ring junger Hopfenpflanzer e.V.
Fuß, S.	Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Landshut
Kammhuber, K.	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA)
	European Brewery Convention (Hopfen-Subkomitee), Analysen-Komitee
	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCH)
Laupheimer, S. (geb. Wolf)	EU Commodity Expert Group (CEG) Minor Uses in Hops
Münsterer, J.	Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Landshut
Portner, J.	AG Nachhaltigkeit im Hopfenbau
	JKI - Fachbeirat Geräte-Anerkennungsverf. z. Beurteilung von Pflanzenschutzgeräten
	JKI - Länderarbeitsgruppe "Kontrolle von Pflanzenschutzgeräten"
	Meisterprüfungsausschüsse Niederbayern, Oberbayern-Ost und Oberbayern-West für den Ausbildungsberuf Landwirt
Seigner, E.	Gesellschaft für Hopfenforschung
	Gesellschaft für Pflanzenzüchtung
Weihrauch, F.	Arbeitsgemeinschaft Bayerischer Entomologen e.V.
	British Dragonfly Society
	DGaaE, Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie
	DGaaE, AK Neuropteren
	DgaaE, AK Nutzarthropoden und Entomopathogene Nematoden
	Dgfo, Deutsche Gesellschaft für Orthopterologie
	DPG, Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft
	EU Commodity Expert Group (CEG) Minor Uses in Hops: Chairman (ab 20.03.2018)
	Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen e.V.
	Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.
	Münchener Entomologische Gesellschaft e.V.
	Rote Liste Arbeitsgruppe der Neuropteren Deutschlands
	Rote-Liste-Arbeitsgruppen der Libellen und Neuropteren Bayerns
	Wissenschaftlich-Technische Kommission des Internationalen Hopfenbaubüros: Chairman
	Worldwide Dragonfly Society

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

**Für die Landesanstalt für Landwirtschaft - Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Hüll / Wolnzach / Freising waren im Jahre 2018 tätig (AG = Arbeitsgruppe):**

### **IPZ 5**

**Koordinator: Direktor an der LfL Dr. Doleschel Peter**

Hertwig Alexandra

Krenauer Birgit

### **IPZ 5a**

**AG Hopfenbau, Produktionstechnik**

**Leitung: LD Portner Johann**

Fischer Elke

LA Fuß Stefan

LAR Münsterer Jakob

B.Sc. Obster Regina

B.Sc. Schlagenhauer Andreas (ab 01.03.2018)

M.Sc. Stampfl Johannes

### **IPZ 5b**

**AG Pflanzenschutz im Hopfenbau**

**Leitung: Dipl.-Biol. Dr. Weihrauch Florian (bis 30.06.2018 kommissarisch)**

**M.Sc. Simon Euringer (ab 01.07.2018)**

M.Sc. Euringer Simon (bis 30.06.2018)

Dipl.-Ing. agr. (Univ.) Baumgartner Anna (ab 15.05.2018)

Felsl Maria

M.Sc. Laupheimer, Silvana (geb. Wolf)

B.Sc. Lutz Kathrin (ab 29.10.2018)

LI Meyr Georg

BTA Mühlbauer Marlene

Weiher Johann

### **IPZ 5c**

#### **AG Züchtungsforschung Hopfen**

**Leitung: RD Dr. Seigner Elisabeth**

Brummer Brigitte  
LTA Enders Renate  
CTA Forster Brigitte  
Graßl Herbert  
Grebmair Hermann  
CTA Hager Petra  
LTA Haugg Brigitte  
Hock Elfriede  
Agr.-Techn. Ismann Daniel  
LTA Kneidl Jutta  
LAR Lutz Anton  
Maier Margret  
Mauermeier Michael (bis 30.09.2018)  
Ostermeier Sonja (ab 01.02.2018)  
Penger Leonhard (ab 14.05.2018, † 07.10.2018)  
Pflügl Ursula

### **IPZ 5d**

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

**Leitung: ORR Dr. Kammhuber Klaus**

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

### **IPZ 5e**

#### **AG Ökologische Fragen des Hopfenbaus**

**Leitung: Dipl.-Biol. Dr. Weihrauch Florian**

M.Sc. Obermaier Maria (ab 01.05.2018)