



LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Wir forschen Hopfen

Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.

Jahresbericht 2022

Sonderkultur Hopfen



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

März 2023



LfL-Information

Impressum

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

Redaktion: Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Arbeitsbereich Hopfen
Hüll 5 1/3, 85283 Wolnzach
E-Mail: Hopfenforschungszentrum@LfL.bayern.de
Telefon: 0 81 61 86 40-23 00

1. Auflage: März 2023

Druck:

Schutzgebühr: 15,00 Euro

© LfL



Jahresbericht 2022
Sonderkultur Hopfen

Vorwort

Das Jahr 2022 wird im Gedächtnis bleiben:

Als Jahr, in dem die Coronakrise ihrem Ende zusteuerte, mit einer Normalisierung des gesellschaftlichen Lebens. Als Jahr des russischen Überfalls auf die Ukraine, mit dem Beginn eines langen Krieges. Als Jahr mit extremen Preissteigerungen für Energie, mit erschwerten Lieferketten und mit einem wirtschaftlichen Umbruch. Als Hopfenjahr mit einem überdeutlichen Ertragseinbruch, bei gleichzeitig stark gestiegenen Kosten.

Die Hopfenwirtschaft steht vor großen Herausforderungen. Die Preis-Kostenverhältnisse stimmen nicht mehr. Insbesondere langfristige Lieferverträge werden zu einem wirtschaftlichen Risiko für Erzeuger und Handel. Dreh- und Angelpunkt sind die Preise für Energie und weitere, energieabhängige Input-Materialien. Da zum Trocknen von Hopfen viel Energie benötigt wird, kommt den Arbeiten der Arbeitsgruppe IPZ 5a zur Optimierung der Trocknung eine zentrale Bedeutung zu.

Auch die weiteren großen Herausforderungen des Hopfenanbaus bleiben. Das ist einmal die Klimaerwärmung, die ja nicht mehr zu leugnen ist und bereits jetzt schon große Probleme bereitet. Das Jahr 2022 war sehr trocken und warm, sodass die Erträge gering waren und auch die α -Säuregehalte auf ein Rekordtief fielen. Mit der Sorte Tango und der neu zugelassenen Sorte Titan hat die Hüller Hopfenzüchtung bereits heute schon wichtige Antworten. Diese Sorten sind sehr viel stabiler gegenüber Trockenstress und Hitze als viele andere Sorten und verdienen Akzeptanz bei den Brauern.

Der andere große Komplex ist Ökologie, Nachhaltigkeit und Biodiversität. Auch in diesen Themenfeldern ist Hüll gut aufgestellt. Mit dem „European Green Deal“ der EU sollen Pflanzenschutzmittel um 50 % und Dünger um 20 % bis zum Jahr 2030 reduziert werden. Die Biodiversität ist die Grundlage sämtlicher Lebensprozesse und Ökosystemleistungen unserer Erde. Wir müssen die Natur im Sinne Alexander von Humboldts wieder mehr ganzheitlich erfassen („Alles ist Wechselwirkung“). Die Natur hat alle Pflanzen und Lebewesen, auch den Menschen hervorgebracht und erhält sie. Deshalb muss mit der Natur wieder respektvoller umgegangen werden, um auch die Lebensgrundlagen für die nächsten Generationen zu erhalten. Verschiedene Projekte fast aller Arbeitsgruppen beschäftigen sich mit dieser Thematik. Unter anderen wird z.B. in der Arbeitsgruppe IPZ 5e die natürliche Resistenz des Hopfens gegenüber Spinnmilben erforscht.

Im folgenden Jahresbericht werden die Aktivitäten der Hopfenforschung in Hüll umfassend dargestellt. Die erfolgreiche Hopfenforschung ist das Ergebnis fleißiger, engagierter und kreativer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Ihnen sei an dieser Stelle ganz herzlich gedankt.

Dr. Michael Möller
Vorsitzender des Vorstandes
der Gesellschaft für Hopfenforschung

Dr. Peter Doleschel
Leiter des Instituts für
Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Inhaltsverzeichnis

1	Statistische Daten zur Hopfenproduktion.....	9
1.1	Anbaudaten.....	9
1.1.1	Struktur des Hopfenanbaus	9
1.1.2	Hopfensorten	10
1.2	Erntemengen, Erträge und Alphasäuregehalte	12
2	Witterung und Wachstumsverlauf 2022	16
2.1	Witterung und Wachstumsverlauf.....	16
2.2	Situation bei Krankheits- und Schädlingsbefall	17
2.3	Besonderheiten 2022	17
3	Forschung und fachliche Daueraufgaben	19
3.1	IPZ 5a – Hopfenbau, Produktionstechnik	19
3.2	IPZ 5b – Pflanzenschutz im Hopfenbau.....	20
3.3	IPZ 5c – Züchtungsforschung Hopfen	21
3.4	IPZ 5d – Hopfenqualität und -analytik.....	22
3.5	IPZ 5e – Ökologische Fragen des Hopfenbaus	23
4	Hopfenbau, Produktionstechnik	24
4.1	N _{min} -Untersuchung 2022	24
4.2	Zusammenfassung der Forschungsarbeiten zur Kompostierung und Verwertung von Hopfenrebenhäcksel zur Optimierung der Nährstoffeffizienz des organisch gebundenen Stickstoffs (ID 6239)	26
4.3	Tastversuch mit dem Biostimulans „Utrisha N“	30
4.4	Simulation von Agro-PV-Anlagen über Hopfen im Hinblick auf Schaderregeraufkommen, Ertrag und Qualität des Hopfens	32
4.5	Temperaturmessungen im Folientunnel zur Nutzung der solaren Energie für die Hopfentrocknung	36
4.6	Optimierung der Trocknungsabläufe in Bandtrocknern.....	40
4.7	Testung verschiedener Materialien als Ersatz für die Kunststoffkordel am „Schnurdraht“	42
4.8	LfL-Projekte im Rahmen der Produktions- und Qualitäts- initiative.....	45
4.8.1	TS- und Alphasäurenmonitoring.....	45
4.8.2	Jährliche Erhebung und Untersuchung des Schädlingsbefalls in repräsentativen Hopfengärten in Bayern.....	48
4.8.3	Chlorophyllmessungen an Hopfenblättern zur Einschätzung der Stickstoffversorgung und des Düngebedarfs.....	49

4.8.4	Ringanalysen zur Qualitätssicherung bei der Alphasäurenbestimmung für Hopfenlieferverträge	51
4.9	Beratungs- und Schulungstätigkeit.....	51
4.9.1	Informationen in schriftlicher Form.....	51
4.9.2	Internet und Intranet	51
4.9.3	Telefonberatung, Ansagedienste	52
4.9.4	Aus- und Fortbildung	52
5	Pflanzenschutz im Hopfen	53
5.1	Schädlinge und Krankheiten des Hopfens.....	53
5.1.1	Peronospora Warndienst 2022	53
5.1.2	Zuflug der Aphisfliege 2022	54
5.2	Amtliche Mittelprüfung.....	55
5.3	Anlage eines Versuchsgartens für Wirksamkeitsversuche von Pflanzenschutzmitteln	55
5.4	Anschaffung von Wetterstationen.....	56
5.5	Resistenz- und Wirksamkeitstests gegen die Hopfen-Blattlaus im Sprühturm.....	56
5.6	Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA) zur Identifizierung von Hopfenmosaikvirus (HpMV) und Apfelmosaikvirus (ApMV) Infektionen an Hopfen	57
5.7	CBCVd-Monitoring 2022	57
5.8	CBCVd Vorprojekt	60
5.9	GfH-Projekt zur <i>Verticillium</i> -Forschung	62
6	Züchtungsforschung Hopfen	65
6.1	Kreuzungen 2022	65
6.2	Nach-Sequenzierung des Assoziations-Hopfensortiments aus dem G-Hop-Projekt	65
6.3	Die neue Hüller Hochalphasorte Titan als Ergänzung zu Herkules sorgt für mehr Nachhaltigkeit im Hopfenbau	67
6.4	Forschung und Arbeiten zur <i>Verticillium</i> -Problematik bei Hopfen – Molekularer Nachweis von <i>Verticillium</i> direkt aus der Rebe über Realtime-PCR.....	76
7	Hopfenqualität und -analytik.....	78
7.1	Allgemeines.....	78
7.2	Welche Ansprüche bezüglich seiner Inhaltsstoffe soll der Hopfen in Zukunft erfüllen?.....	79
7.2.1	Anforderungen der Brauindustrie.....	79
7.2.2	Alternative Anwendungsmöglichkeiten.....	81

7.3	Die Polyphenole des Hopfens	82
7.3.1	Isolierung, Identifikation und Analytik von Multifidolen im Hopfen	83
7.3.2	Die Bedeutung der Polyphenole für das Bier und die Gesundheit.....	85
7.4	Die ätherischen Öle des Hopfens	87
7.5	Welthopfensortiment (Ernte 2021).....	88
7.6	Qualitätssicherung bei der alpha-Säurenanalytik für Hopfen- lieferungsverträge	93
7.6.1	Ringanalysen zur Ernte 2022	93
7.6.2	Auswertung von Kontrolluntersuchungen	96
7.6.3	Nachuntersuchungen der Ernte 2022	98
7.7	Untersuchungen zur Biogenese der Bitterstoffe und Öle von neuen Zuchtstämmen	100
7.8	Entwicklung von NIRS-Kalibrierungen auf Basis von Konduktometer- und HPLC-Daten mit dem neuen Nahinfrarot-Reflektions-Spektroskopie- Gerät	102
7.9	Alpha-Säuren-Stabilität der neuen Hüller Zuchtsorten gegenüber Jahrgangsschwankungen	104
7.10	Versuche zur Bestimmung von Alkaloiden in Lupinen	106
7.11	Kontrolle der Sortenechtheit im Jahr 2022	107
8	Ökologische Fragen des Hopfenbaus.....	107
8.1	Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen und integrierten Hopfenbau	107
8.2	Weiterentwicklung kulturspezifischer Strategien für den öko- logischen Pflanzenschutz mit der Hilfe von Sparten-Netzwerken – Sparte Hopfen	108
8.3	Entwicklung eines Maßnahmenkatalogs zur Förderung der Biodiversität im Hopfenbau	110
8.4	Entwicklung einer technischen Möglichkeit zur Raubmilbenaus-bringung	112
8.5	Induzierte Resistenz gegen Spinnmilben im Hopfenbau	116
9	Veröffentlichungen und Fachinformationen	119
9.1	Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit	119
9.2	Veröffentlichungen.....	119
9.2.1	Arbeitsgruppensitzungen.....	119
9.2.2	Aus-, Fort- und Weiterbildungen	120
9.2.3	Besuchte Seminare, Symposien, Fachtagungen, Workshops IPZ 2022.	120
9.2.4	Durchgeführte interne Veranstaltungen	120

9.2.5	Durchgeführte Seminare, Symposien, Fachtagungen, Workshops IPZ 2022	120
9.2.6	Fachinformationen	121
9.2.7	Führungen.....	121
9.2.8	Gutachten und Stellungnahmen	123
9.2.9	Internet-Beiträge.....	123
9.2.10	Mitgliedschaften.....	124
9.2.11	LfL Schriften	125
9.2.12	Poster.....	125
9.2.13	Praktika.....	125
9.2.14	Praktiker-Informationsveranstaltungen	125
9.2.15	Rundfunk und Fernsehen	126
9.2.16	Veröffentlichungen.....	126
9.2.17	Vorträge.....	128
9.2.18	Workshops.....	135
10	Unser Team	136

1 Statistische Daten zur Hopfenproduktion

LD Johann Portner, Dipl.-Ing. agr.

1.1 Anbaudaten

1.1.1 Struktur des Hopfenanbaus

Tab. 1.1: 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	2020	1 087	19,05
1995	3 122	7,01	2021	1 062	19,42
2000	2 197	8,47	2022	1 053	19,57

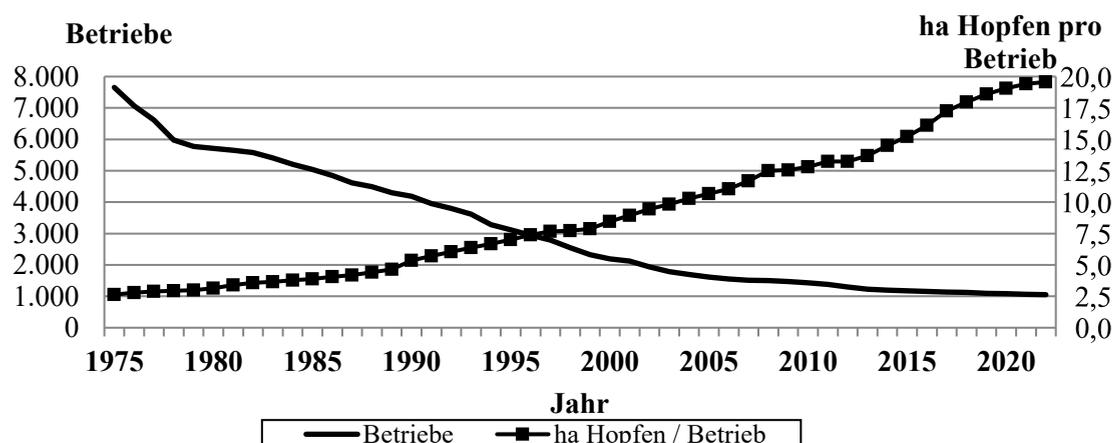


Abb. 1.1: Zahl der Hopfenbaubetriebe und deren Hopfenfläche in Deutschland

Tab. 1.2: Anbaufläche, Zahl der Hopfenbaubetriebe und durchschnittliche Hopfenfläche je Betrieb in den deutschen Anbaugebieten

Anbauggebiet	Hopfenanbauflächen				Hopfenbaubetriebe				Hopfenfläche je Betrieb in ha	
	in ha		Zunahme + / Abnahme - 2022 zu 2021		2021	2022	Zunahme + / Abnahme - 2022 zu 2021 Betriebe		2021	2022
	2021	2022	ha	%			Betriebe	%		
Hallertau	17 122	17 110	- 12	- 0,1	860	854	- 6	- 0,7	19,91	20,04
Spalt	400	409	9	2,3	46	44	- 2	- 4,3	8,69	9,30
Tettngang	1 494	1 497	2	0,2	125	124	- 1	- 0,8	11,96	12,07
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	22	12	10	-46,1	2	2	± 0	± 0	11,00	6,00
Elbe-Saale	1 582	1 575	- 6	- 0,4	29	29	± 0	± 0	54,55	54,33
Deutschland	20 620	20 604	- 17	- 0,1	1 062	1 053	- 9	- 0,8	19,42	19,57

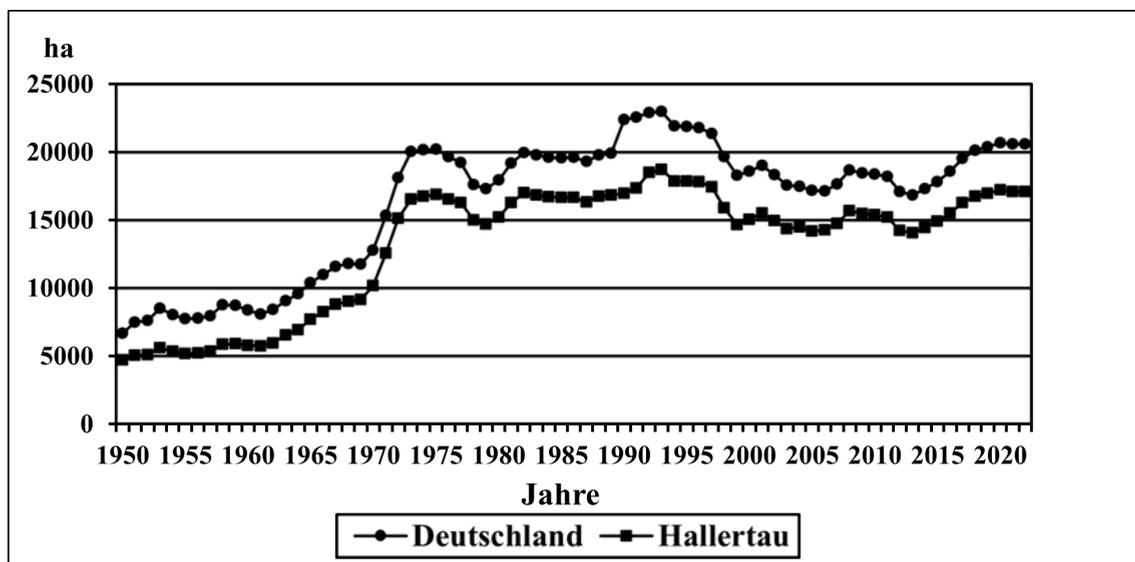


Abb. 1.2: Hopfenanbauflächen in Deutschland und in der Hallertau

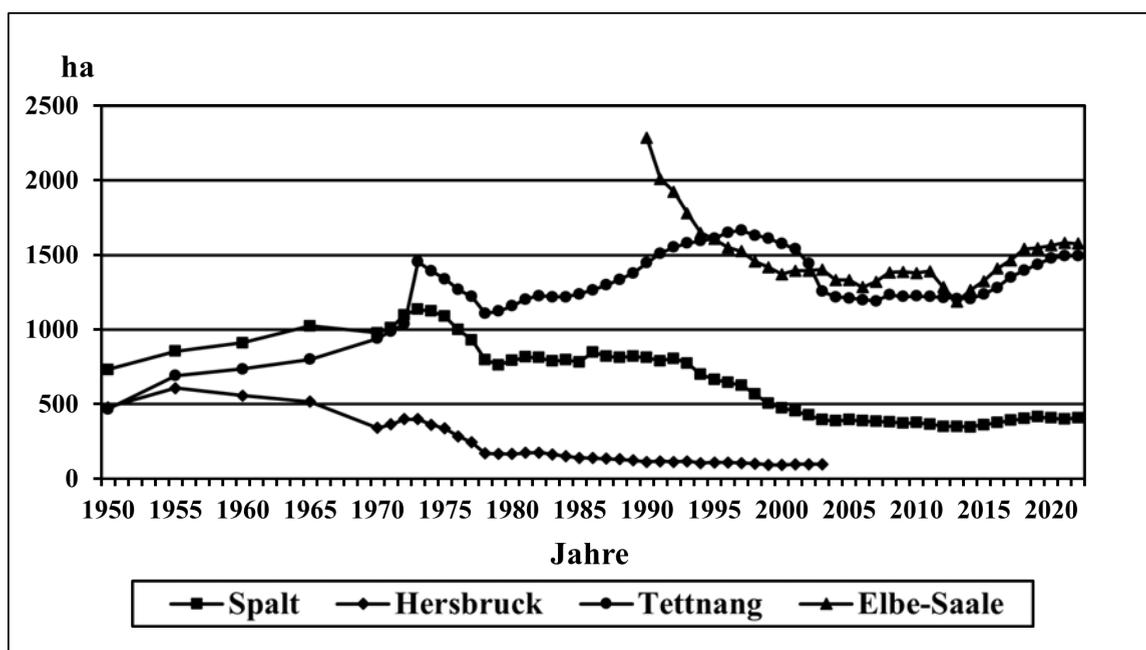


Abb. 1.3: Hopfenanbauflächen in den Gebieten Spalt, Hersbruck, Tettwang und Elbe-Saale

Das Anbaugbiet Hersbruck gehört seit 2004 zur Hallertau.

1.1.2 Hopfensorten

Mit einem Rückgang von 17 ha blieb die **Hopfenanbaufläche** in Deutschland 2022 mit **20 604 ha** nahezu konstant.

Der Anteil der **Aromasorten** ging leicht auf 52,4 % zurück. Die Statistik weist insgesamt 31 verschiedene Aromasorten auf 10 800 ha aus. Die meisten Aromasorten haben an Fläche eingebüßt. Den größten Flächenrückgang in diesem Segment hatte die Sorte Hallertauer Tradition mit 58 ha zu verzeichnen. Daneben gab es auch deutliche Rodungen bei den Landsorten und feineren Aromahopfen sowie den früheren „Flavorsorten“. Flächenzuwächse gab es bei Perle und einigen neuen Aromasorten wie Akoya und Tango.

Die **Bitterhopfenfläche** hat erneut um 181 ha zugenommen und nimmt mit 9 804 ha einen Anteil von 47,6 % ein. Wieder sind bei den älteren Bittersorten Hallertauer Magnum und Hallertauer Taurus Flächenrückgänge zu verzeichnen. Die alphasäurenbetonten Sorten Herkules (+ 168 ha) und Polaris (+ 57 ha) dagegen konnten erneut an Fläche gewinnen. Damit ist Herkules mit Abstand die größte Hopfensorte in Deutschland (7 142 ha) und wird auf mehr als einem Drittel der Hopfenfläche angebaut.

Tab. 1.3: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2022

ANBAUGEBIET

Sorte	Hallertau	Spalt	Tettmang	Elbe	Saahrg.	geb.-ge	Deutschl.	Anteil (%)	Änderung
Akoya	109								
Amarillo	122		6	10			138	0,7	-6
Ariana	66	4	2				72	0,4	-7
Aurum			4				4	0,0	2
Brewers Gold	14						14	0,1	-2
Callista	37	1	8	14			60	0,3	-3
Cascade	52	4	2	3	1		62	0,3	-2
Comet	5						5	0,0	0
Diamant	10	6	0				16	0,1	2
Hallertau Blanc	109	3	12	5			127	0,6	-21
Hallertauer Gold	4	2					6	0,0	0
Hallertauer Mfr.	459	28	139	11			636	3,1	-14
Hallertauer Tradition	2.579	42	102	61	2		2.786	13,5	-58
Herbrucker Pure	1	2					3	0,0	0
Hersbrucker Spät	803	6	0				810	3,9	-11
Hüll Melon	44	5	7				56	0,3	-14
Mandarina Bavaria	171	3	11	10			195	0,9	-35
Monroe	15		3				18	0,1	-1
Northern Brewer	115			115			230	1,1	-25
Opal	133	1	1				135	0,7	-2
Perle	2.895	41	131	280	6		3.354	16,3	24
Relax	3						3	0,0	-2
Rottenburger			1				1	0,0	1
Saazer	7			154			160	0,8	-2
Saphir	299	18	41	16			374	1,8	-21
Smaragd	51	1	14				67	0,3	-6
Solero	11		3				13	0,1	2
Spalter	0	106					106	0,5	-2
Spalter Select	426	84	23	4			538	2,6	-18
Tango	31	1	0				32	0,2	32
Tettmanger			654				654	3,2	-27
Gesamt (ha)	8.567	358	1.170	696	9		10.800	52,4	-198
Anteil (%)	41,6	1,7	5,7	3,4	0,0		52,4		-0,96

Sorte	Hallertau	Spalt	Tettwang	Elbe-Saale	Anb.-geb.	Deutschl.	Anteil (%)	Vorrang
Eureka (EUE05256)								
Hallertauer Magnum	1.197	2		614		1.813	8,8	-48
Hallertauer Merkur	2	3		1		5	0,0	0
Hallertauer Taurus	157	1	0	3		161	0,8	-8
Herkules	6.659	44	299	137	3	7.142	34,7	168
Nugget	106			4		110	0,5	-1
Polaris	349		25	120		494	2,4	57
Record	1					1	0,0	0
Xantia	10					10	0,0	8
Sonstige	61	1	2	1		66	0,3	3
Gesamt (ha)	8.543	51	327	880	3	9.804	47,6	181
Anteil (%)	41,5	0,2	1,6	4,3	0,0	47,6		0,88

Sorte	Hallertau	Spalt	Tettwang	Elbe-Saale	Anb.-geb.	Deutschl.	Anteil (%)	Vorrang
Gesamt (ha)	17.110	109	1.197	1.375	12	20.614	100,0	181
Anteil (%)	83,0	2,0	7,3	7,6	0,1	100,0		-0,1

1.2 Erntemengen, Erträge und Alphasäuregehalte

Die **Hopfenernte 2022** in Deutschland betrug 34 405 840 kg (= 688 117 Ztr.) und lag damit deutlich (- 28 %) unter der guten Vorjahresernte von 47 862 190 kg bzw. 957 244 Ztr. Vom Ergebnis her ist sie mit den Missernten der Jahre 2015 und 2003 vergleichbar.

Mit durchschnittlich 1 670 kg/ha bezogen auf die Gesamtfläche liegt der **Hektarertrag** 651 kg/ha unter dem Vorjahresniveau. Im Anbaugebiet Spalt, mit einem hohen Anteil der alten Landsorte Spalter, die besonders unter Trockenheit und Hitze leidet, wurde sogar nur der halbe Hektarertrag gegenüber dem Vorjahr erzielt.

Entsprechend niedrig waren auch die **Alphasäuregehalte**. Multipliziert mit dem niedrigen Ertrag erzielten die Landsorten und einige ältere Aromasorten nicht einmal die Hälfte der Alphasäuremenge des Vorjahres. Die neueren Aroma- und Hochalphasorten zeigten sich dagegen deutlich trockenheitstoleranter und hatten keinen so hohen Ertragsausfall zu verzeichnen. Insgesamt dürfte die produzierte Alphasäuremenge in Deutschland bei 3 720 t und somit 40 % unter dem Vorjahresergebnis liegen.

Tab. 1.4: Erntemengen und Hektarerträge von Hopfen in Deutschland

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ertrag kg/ha bzw. (Ztr./ha)	2 126 kg (42,5 Ztr.)	2 075 kg (41,5 Ztr.)	2 374 kg (47,5 Ztr.)	2 264 kg (45,3 Ztr.)	2 321 kg (46,4 Ztr.)	1 670 kg (33,4 Ztr.)
Anbaufläche in ha	19 543	20 144	20 417	20 706	20 620	20 604
Gesamternte in kg bzw. Ztr.	41 556 250 kg = 831 125 Ztr.	41 794 270 kg = 835 884 Ztr.	48 472 220 kg = 969 444 Ztr.	46 878 500 kg = 937 570 Ztr.	47 862 190 kg = 957 244 Ztr.	34 405 840 kg = 688 117 Ztr.

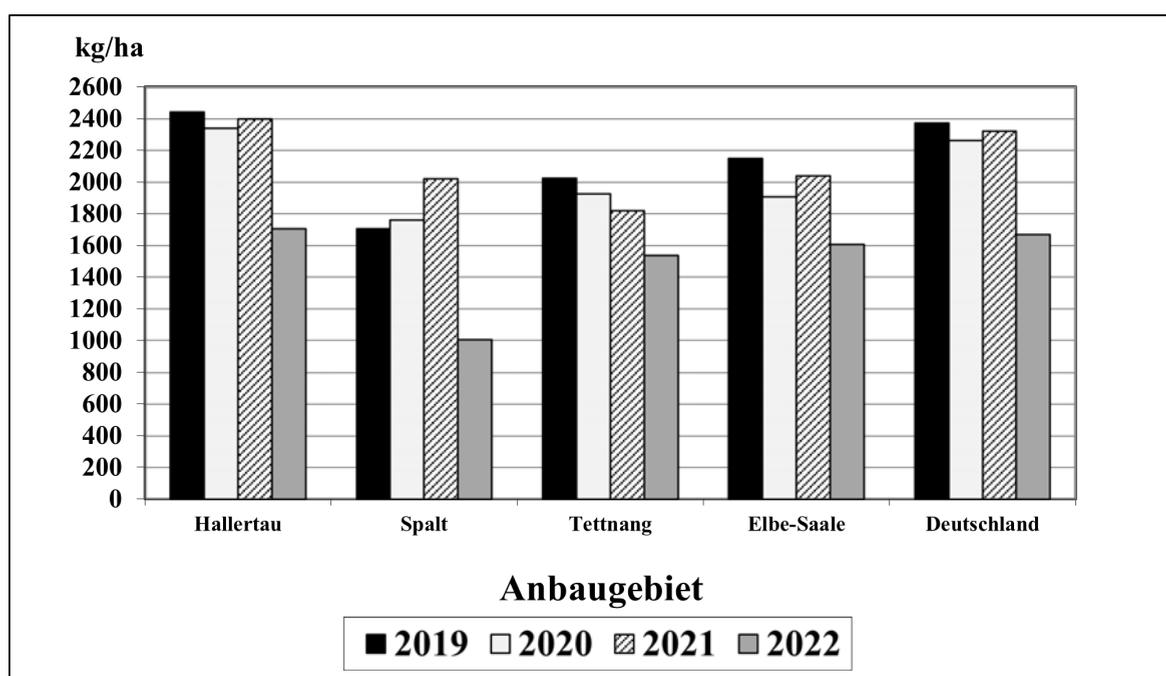


Abb. 1.4: Durchschnittserträge der einzelnen Anbauggebiete in kg/ha

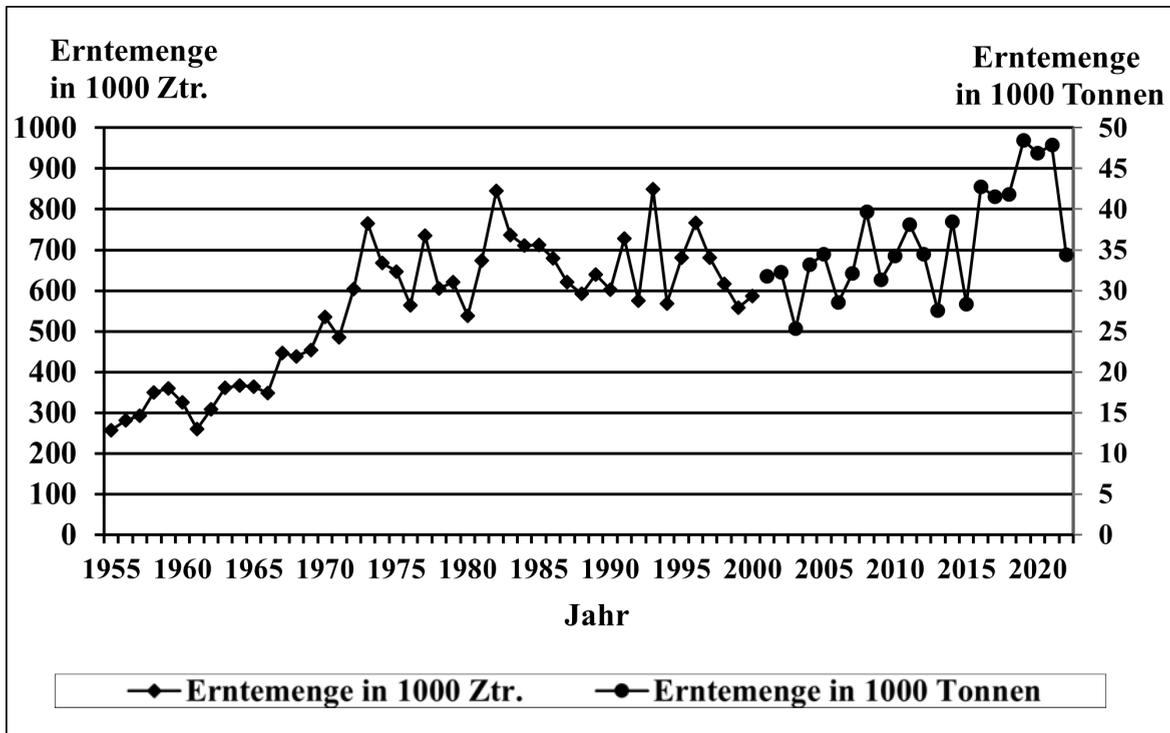


Abb. 1.5: Erntemengen in Deutschland

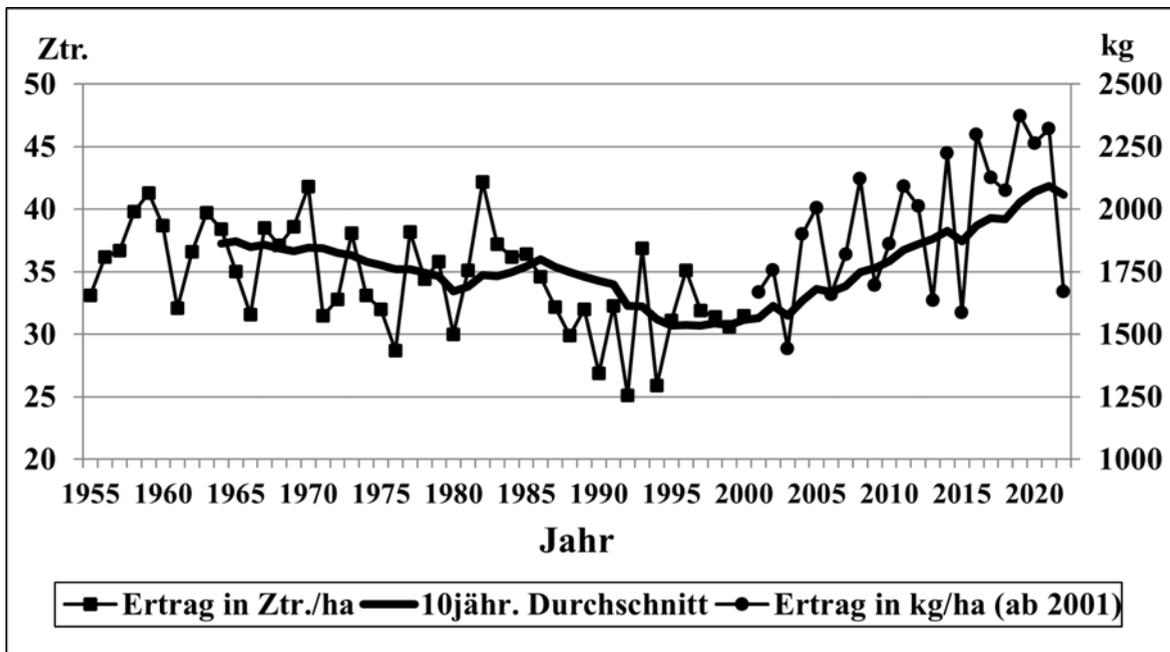


Abb. 1.6: Durchschnittsertrag (Ztr. bzw. kg/ha) in Deutschland

Tab. 1.5: Hektar-Erträge in den deutschen Anbaugebieten

Anbaugebiet	Erträge in kg/ha Gesamtfläche								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Hallertau	2 293	1 601	2 383	2 179	2 178	2 441	2 338	2 400	1 704
Spalt	1 980	1 038	1 942	1 949	1 564	1 704	1 759	2 020	1 005
Tett nang	1 673	1 370	1 712	1 677	1 486	2 024	1 927	1 818	1 538
Bad. Rheinpf./ Bitburg	2 421	1 815	1 957	1 990	1 985	2 030	2 003	973	1 017
Elbe-Saale	2 030	1 777	2 020	2 005	1 615	2 150	1 906	2 038	1 704
Ø Ertrag je ha Deutschland	2 224 kg	1 587 kg	2 299 kg	2 126 kg	2 075 kg	2 374 kg	2 264 kg	2 321 kg	1 670 kg
Gesamternte Deutschland (t bzw. Ztr.)	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	48 472 t 969 444	46 879 t 937 570	47 862 t 957 244	34 406 t 688 117
Anbaufläche Deutschland (ha)	17 308	17 855	18 598	19 543	20 144	20 417	20 706	20 620	20 604

Tab. 1.6: Alpha-Säurenwerte der einzelnen Hopfensorten in Deutschland

Anbaugebiet/Sorte	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Ø 5 Jahre	Ø 10 Jahre
Hallertau Hallertauer	3,3	4,0	2,7	4,3	3,5	3,6	4,1	4,5	5,2	3,1	4,1	3,8
Hallertau Hersbrucker	1,9	2,1	2,3	2,8	2,3	2,0	2,5	3,3	4,6	1,9	2,9	2,6
Hallertau Hall. Saphir	2,6	3,9	2,5	4,0	3,0	3,3	3,3	4,2	4,3	2,6	3,5	3,4
Hallertau Opal	5,7	7,3	5,9	7,8	7,2	6,4	7,3	8,5	8,7	6,1	7,4	7,1
Hallertau Smaragd	4,3	4,7	5,5	6,2	4,5	3,0	5,0	5,8	7,6	4,0	5,1	5,1
Hallertau Perle	5,4	8,0	4,5	8,2	6,9	5,5	6,7	7,4	9,0	4,9	6,7	6,7
Hallertau Spalter Select	3,3	4,7	3,2	5,2	4,6	3,5	4,4	5,2	6,4	3,3	4,6	4,4
Hallertau Hall. Tradition	5,0	5,8	4,7	6,4	5,7	5,0	5,4	6,3	6,1	5,2	5,6	5,6
Hallertau Mand. Bavaria	7,4	7,3	7,0	8,7	7,3	7,5	7,9	9,0	9,9	8,2	8,5	8,0
Hallertau Hall. Blanc	7,8	9,0	7,8	9,7	9,0	8,8	9,0	10,9	9,9	8,1	9,3	9,0
Hallertau Huell Melon	5,3	5,4	5,8	6,8	6,2	5,8	6,6	7,2	8,4	6,3	6,9	6,4
Hallertau North. Brewer	6,6	9,7	5,4	10,5	7,8	7,4	8,1	9,1	10,5	6,4	8,3	8,2
Hallertau Polaris	18,6	19,5	17,7	21,3	19,6	18,4	19,4	20,6	21,5	18,5	19,7	19,5
Hallertau Hall. Magnum	12,6	13,0	12,6	14,3	12,6	11,6	12,3	14,2	16,0	12,2	13,3	13,1
Hallertau Nugget	9,3	9,9	9,2	12,9	10,8	10,1	10,6	12,0	11,1	9,9	10,7	10,6
Hallertau Hall. Taurus	15,9	17,4	12,9	17,6	15,9	13,6	16,1	15,5	17,8	14,6	15,5	15,7
Hallertau Herkules	16,5	17,5	15,1	17,3	15,5	14,6	16,2	16,6	18,5	15,4	16,3	16,3
Tett nang Tett nanger	2,6	4,1	2,1	3,8	3,6	3,0	3,8	4,3	4,7	2,6	3,7	3,5
Tett nang Hallertauer	3,3	4,6	2,9	4,4	4,3	3,8	4,3	4,7	5,0	3,2	4,2	4,1
Spalt Spalter	2,8	3,4	2,2	4,3	3,2	3,5	3,9	4,7	5,2	2,8	4,0	3,6
Spalt Spalter Select	3,3	4,5	2,5	5,5	5,2	2,9	4,1	4,7	6,4	2,8	4,2	4,2
Elbe-S. Hall. Magnum	12,6	11,6	10,4	13,7	12,6	9,3	11,9	11,9	13,8	12,0	11,8	12,0

Quelle: Arbeitsgruppe Hopfenanalyse (AHA)

2 Witterung und Wachstumsverlauf 2022

LD Johann Portner, LR Anton Lutz und LAR Stefan Fuß

2.1 Witterung und Wachstumsverlauf

Das Hopfenjahr 2022 begann in der Hallertau warm und niederschlagsarm. Mit durchschnittlich $3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ war der Februar am Standort Hüll um fast $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ wärmer als das langjährige Mittel. Rekordverdächtig war auch der Monat März mit lediglich $9,1\text{ mm}$ Niederschlag. So konnten alle Draht- und Frühjahrsarbeiten bei trockenen Bodenbedingungen termingerecht durchgeführt werden. Trotz der milden Wintermonate führte ein ungewöhnlich kalter April dazu, dass die Hopfenstöcke etwa eine Woche später als im Durchschnitt der Jahre austrieben. Mit dem Anleiten konnte in der Regel erst im Mai begonnen werden. Während Schnitzeitpunkt und Schnitthöhe dieses Jahr nur geringen Einfluss auf den Austrieb und die Jugendentwicklung hatten, unterschieden sich Süd- und Nordhänge sowie die unterschiedlichen Höhenlagen erheblich. Der trockene und warme Mai beschleunigte das Pflanzenwachstum und die Bestände erreichten rasch durchschnittliche Werte. Die Bodenbearbeitungsmaßnahmen konnten bei optimalen Bedingungen durchgeführt werden. Im Laufe des Junis machten sich die Folgen der Trockenheit immer mehr bemerkbar. Eine erste langanhaltende Hitzewelle mit Höchsttemperaturen am 19. Juni um $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ zeigte deutliche Auswirkungen auf die Entwicklung der Hopfenbestände. Die Reben beendeten das vegetative Wachstum vorzeitig und zeigten nur eine schwache Seitenarmbildung im oberen Reben- und im Kopfbereich. Zugleich gingen viele Bestände vorzeitig in Blüte. Auch der Juli und August waren extrem niederschlagsarm, trocken und sehr heiß. In einzelnen Regionen fielen weniger als 20 mm Niederschlag pro Monat. Als Folge davon zeigten die Hopfenbestände einen unterdurchschnittlichen Blütenansatz, sowie Reduktionserscheinungen bei den Seitentrieben und Blüten. Ende Juli waren die Bestände so gestresst, dass es zu Verzögerungen bei der Ausdoldung kam. Bei ungünstigen Standortbedingungen kam es zu starkem Blattabwurf und die Dolden blieben sehr klein.

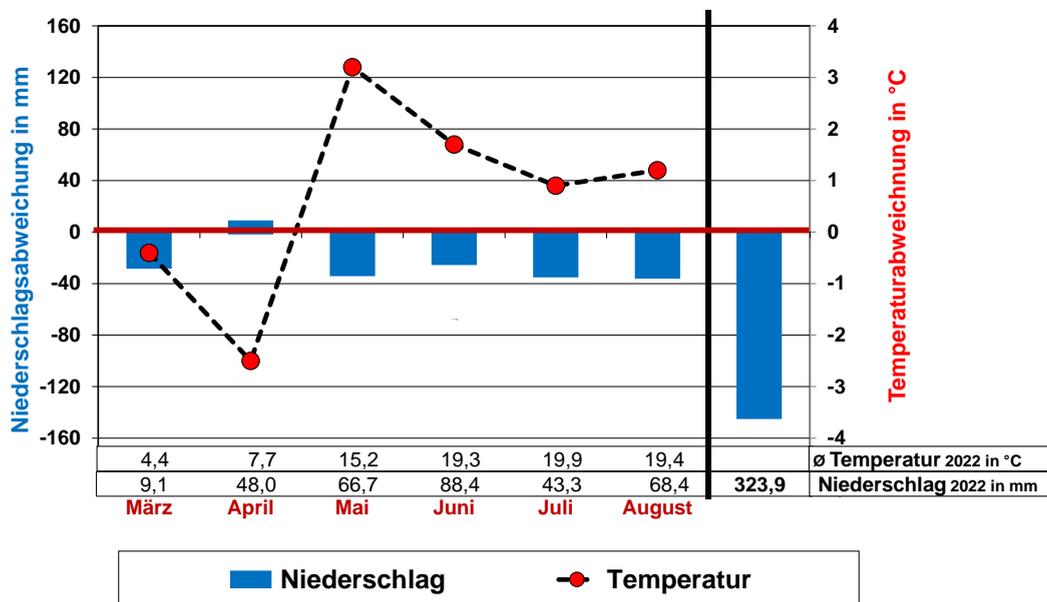


Abb. 2.1: Witterung während der Vegetationsperiode 2022 in Hüll als Abweichung der Monate vom 10-jährigen Durchschnitt

Ergiebige Niederschläge um den 20. August verhinderten noch Schlimmeres. Besonders die Landsorten und ältere Zuchtsorten litten unter der extremen Witterung und reagierten mit deutlichen Ertrags- und Qualitätseinbußen, insbesondere beim Alphasäuregehalt.

2.2 Situation bei Krankheits- und Schädlingsbefall

Die Probleme im Bereich Pflanzenschutz unterschieden sich erheblich zum kühlen und feuchten Vorjahr 2021. Bei der auf Niederschlag und Blattnässe angewiesenen Krankheit „Peronospora“ erfolgten nur zwei (tolerante Sorten) bzw. drei Bekämpfungsaufrufe (anfällige Sorten) während der ganzen Saison, wohingegen in 2021 bis zu 8 Bekämpfungsmaßnahmen bei geringeren Erfolgsaussichten notwendig waren. Im Gegensatz dazu begünstigte die trockene und heiße Witterung den Befall mit der Gemeinen Spinnmilbe. Ende Mai wies bereits die Hälfte der im Monitoring untersuchten Hopfengärten Befall auf. In ersten Gärten lag der Befall schon über der Bekämpfungsschwelle. Extrem früher und starker Zuflug mit Aphisfliegen, der Hopfenblattlaus, war schon ab Mitte Mai zu beobachten. Während die Hopfenblattlaus relativ leicht mit 1-2 Pflanzenschutzmaßnahmen bekämpft werden konnte, war Spinnmilbenbefall trotz mehrmaliger Akarizidmaßnahmen in vielen Beständen bis zur Ernte nur schwer unter Kontrolle zu bringen.

Ein stark zunehmendes Problem stellte trotz Bekämpfung in den letzten Jahren der Hopfen-Erdfloh dar. Die überwinterten adulten Käfer verursachten ab Austrieb des Hopfens massiven Lochfraß an den Blättern. Ab Juli schlüpft dann die neue Generation der Käfer. Da nun neben den Blättern auch Blüten, Doldenblätter und Spindeln der Dolden angefressen werden, kann starker Befall zu deutlichen Ertragsschäden führen.

Echter Mehltau und Verticillium-Welke, die in den Vorjahren z.T. massive Ertrags- und Qualitätsverluste verursachten, waren witterungsbedingt im Jahr 2022 weniger stark verbreitet.

2.3 Besonderheiten 2022

Die heiße Witterung führte lokal zu heftigen Gewittern. Am 19. Mai verursachte ein Hagel-schlag im Zentrum der Hallertau erhebliche Schäden. Da der Hopfen zu diesem Zeitpunkt kaum halbe Gerüsthöhe erreicht hatte, waren viele Arbeitsstunden notwendig, um die nachwachsenden Seitentriebe wieder anzuleiten.

Ein zweiter verheerender Hagelschlag am 20. Juni durchzog den südlichen Teil der Hallertau von Nordwesten nach Südosten. Wegen starker Sturmböen erreichten die an sich kleinen Hagelkörner ein enormes Schadpotential. Insgesamt waren bis zu 2.000 ha Hopfenfläche in einem sehr unterschiedlichen Ausmaß betroffen. Auf mehreren hundert Hektar wurden die Bestände nicht beerntet, da dies auf Grund der geringen Erträge unwirtschaftlich gewesen wäre.

Insgesamt wird das Hopfenjahr 2022 als extremes Trockenjahr mit hohen Ertragseinbußen bei den Land- und älteren Zuchtsorten in Erinnerung bleiben. Neuere Zuchtsorten mit einem deutlich ausgeprägteren und effizienteren Wurzelsystem zeigten eine verbesserte Klimaresilienz. Sind die Wasservorräte allerdings komplett erschöpft, stoßen auch diese Sorten an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit. Die Möglichkeit, Hopfen zu bewässern, war selten so wirtschaftlich wie im Jahr 2022.

Tab. 2.1: Witterungsdaten 2022 (Monatsmittelwerte bzw. Monatssummen) im Vergleich zu den 10*- und 30**-jährigen Mittelwerten

Monat		Temperatur in 2 m Höhe			Relat. Luftf. (%)	Niederschlag (mm)	Tage m. N'schlag $\geq 0,2$ mm	Sonnen-Schein (Std.)
		Mittel (°C)	Min.Ø (°C)	Max.Ø (°C)				
Januar	2022	1,1	-2,0	3,9	98,9	42,0	14	21
	Ø 10-j.	0,2	-3,3	3,7	93,3	68,4	17,4	39,5
	30-j.	-2,3	-5,9	1,1	86,7	50,8	14,8	47,1
Februar	2022	3,9	-0,2	8,3	89,5	30,8	15	80
	Ø 10-j.	0,6	-4,0	5,6	87,8	45,7	12,1	79,6
	30-j.	-1,0	-4,9	3,1	81,4	46,8	13,3	72,1
März	2022	4,4	-2,3	12,2	71,9	9,1	3	233
	Ø 10-j.	4,8	-0,9	10,8	81,5	35,7	12,6	156,1
	30-j.	2,8	-1,7	7,8	78,9	47,7	13,8	132,2
April	2022	7,7	1,7	13,6	84,6	48,0	13	183
	Ø 10-j.	10,2	3,3	16,0	73,1	40,8	9,4	207,6
	30-j.	7,1	1,9	12,8	73,8	60,8	14,1	164,3
Mai	2022	15,2	8,3	22,0	83,5	66,7	14	229
	Ø 10-j.	13,0	7,3	18,7	77,8	99,4	15,5	199,3
	30-j.	11,9	6,1	17,7	73,9	82,3	15,4	203,6
Juni	2022	19,3	12,3	26,5	83,0	88,4	14	260
	Ø 10-j.	17,6	11,3	23,7	77,5	112,2	12,9	239,7
	30-j.	15,1	9,0	20,8	74,6	103,5	15,3	212,3
Juli	2022	19,9	11,5	27,9	75,8	43,3	9	286
	Ø 10-j.	19,0	12,4	25,7	77,4	76,7	12,3	248,3
	30-j.	16,7	10,5	23,1	74,3	90,5	14,1	236,8
August	2022	19,4	12,3	27,4	82,0	68,5	7	267
	Ø 10-j.	18,2	11,8	25,1	81,9	102,7	12,1	235,9
	30-j.	16,0	10,2	22,6	78,2	91,7	13,8	212,4
September	2022	12,8	7,7	19,1	94,7	77,3	18	135
	Ø 10-j.	13,9	8,1	20,2	86,5	54,4	10,7	171,4
	30-j.	12,7	7,4	19,1	80,7	67,9	11,6	175,0
Oktober	2022	11,8	6,7	18,4	98,0	73,1	12	121
	Ø 10-j.	9,2	4,5	14,3	91,9	53,0	11,4	109,3
	30-j.	7,6	3,2	13,1	84,2	51,1	11,0	117,2
November	2022	5,2	1,6	9,8	99,4	53,6	18	64
	Ø 10-j.	4,4	1,0	8,2	94,9	50,9	11,8	49,7
	30-j.	2,6	-0,6	6,1	85,5	57,5	14,4	52,9
Dezember	2022	1,4	-1,7	4,1	99,0	58,9	14	20
	Ø 10-j.	1,8	-1,4	5,7	95,1	51,4	15,1	39,9
	30-j.	-0,9	-4,3	1,8	86,5	52,2	15,0	38,7
Ø Jahr	2022	10,2	4,7	16,1	88,4	659,7	151	1.899,0
	10 – jähriges Mittel	9,4	4,7	14,8	84,9	791,3	153,3	1.776,3
	30 – jähriges Mittel	7,4	2,6	12,4	79,9	802,8	166,6	1.664,6

* 10-jähriges Mittel bezieht sich auf den Zeitraum 2012-2021

** 30-jähriges Mittel bezieht sich auf den Zeitraum 1961-1990

3 Forschung und fachliche Daueraufgaben

3.1 IPZ 5a – Hopfenbau, Produktionstechnik

Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben von IPZ 5a (Hopfenbau, Produktionstechnik)

AG Projektleitung, Projektbearbeitung	Projekt	Laufzeit	Kostenträger	Kooperation
<u>IPZ 5a</u> J. Portner, A. Schlagenhauer	Versuche zur Kompostierung und Verwertung von Hopfenrebenhäcksel zur Optimierung der Nährstoffeffizienz des organisch gebundenen Stickstoffs (6141)	2018-2022	Erzeugergemeinschaft HVG	Prof. E. Meinken, HSWT Dr. D. Lohr, HSWT Prof. T. Ebertseder, HSWT M. Stadler, AELF PAF; IPZ 5c
<u>IPZ 5a</u> J. Portner	Produktions- und Qualitätsinitiative für die Landwirtschaft und den Gartenbau in Bayern – TS- und Alphasäurenmonitoring – Blattlaus- und Spinnmilbenmonitoring – Chlorophyllmessungen zur Abschätzung der N-Versorgungszustands	2019-2023	StMELF	Hopfenring
<u>IPZ 5a</u> J. Portner, S. Huber u. M. Fischer	Detektion möglicher Fehlerquellen bei der Bestimmung des repräsentativen Alpha-Säuregehalts einer Hopfenpartie (6906)	2022	Erzeugergemeinschaft HVG	IPZ 5c, Dr. K. Becker, HVG Mainburg
<u>IPZ 5a</u> J. Portner	Gewinnung und Eignungsprüfung der Fasern aus der Hopfenpflanze zur Vliesstoffherstellung (6907)	2022-2023	StMELF	Dienstleistungsaufträge an verschiedene Kooperationspartner

Daueraufgaben und produktionstechnische Versuche

AG	Projekt	Laufzeit	Kooperation
5a	Aus- und Fortbildung der Hopfenpflanzler	Daueraufgabe	
5a	Produktionstechnische und betriebswirtschaftliche Spezialberatung im Hopfenbau	Daueraufgabe	
5a	Erarbeitung und Aktualisierung von Beratungsunterlagen	Daueraufgabe	
5a	Weitergabe von Beratungsstrategien und Informationsaustausch mit der Verbundberatung	Daueraufgabe	Hopfenring e. V.
5a	Durchführung der Peronospora-Befallsprognose und Erstellen von Warndiensthinweisen	Daueraufgabe	
5a	Generierung betriebswirtschaftlicher Daten für Deckungsbeitragsberechnungen und betriebliche Kalkulationen	Daueraufgabe	
5a	Optimierung der PS-Applikations- und Gerätetechnik; Abdriftmessungen	Daueraufgabe 2022-2023	

AG	Projekt	Laufzeit	Kooperation
5a	Optimierung von Techniken und Verfahren zur Vermeidung von Bodenerosion und Förderung der Bodenfruchtbarkeit im Hopfenanbau	Daueraufgabe	IAB boden:ständig
5a	Erarbeitung von Strategien und Maßnahmen zur Vermeidung von Nitratverlagerung und „Run Off“ im Hopfenanbau	Daueraufgabe	IAB, Wasserberater, AELF IN-PAF u. AB-LA, ECOZEPT
5a	HopfeNO ₃ - praxisnahe Optimierung des Stickstoffkreislaufes im Hopfenanbau	2016-2021 (2022)	ECOZEPT, LfU Leader-AG
5a	Optimierung der Trocknungsabläufe in Bandtrocknern	2018-2022	Hopfenbaubetriebe
5a	Simulation von Agro-PV-Anlagen über Hopfen im Hinblick auf Schaderregeraufkommen, Ertrag und Qualität des Hopfens	2021-2022	Fa. Tubesolar, Augsburg, Hopfenbaubetrieb
5a	Tastversuch mit Utrisha-N (Pflanzenstärkungsmittel von Corteva)	2022	Hopfenbaubetrieb
5a	Testung verschiedener Materialien als Ersatz für die Kunststoffkordel am „Schnurdraht“	2022	Versch. Anbieter von Schnurdraht; Hopfenbaubetriebe
5a	Temperaturmessungen im Folientunnel zur Nutzung der solaren Energie für die Hopfentrocknung	2022	Spargellandwirt

3.2 IPZ 5b – Pflanzenschutz im Hopfenbau

Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben von IPZ 5b (Pflanzenschutz im Hopfenbau)

AG Projektleitung, Projektbearbeitung	Projekt	Laufzeit	Kostenträger	Kooperation
IPZ 5b S. Euringer, K. Lutz	GfH-Projekt zur <i>Verticillium</i> -Forschung	2017- 2023	Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH)	IPZ 5c, Dr. Radišek (Slov. Institute of Hop)
IPZ 5b S. Euringer, K. Lutz	<i>Verticillium</i> -Selektionsgärten Niederlauterbach (ab 2015-2021) Engelbrechtsmünster (ab 2016-2022) Gebrontshausen (ab 2020)	2015- 2024	Erzeugerorganisation Hopfen HVG	IPZ 5c
IPZ 5 S. Euringer, C. Krönauer F. Weiß	CBCVd-Monitoring	2020- 2022	Bayerisches Staats- ministerium für Ernährung, Landwirt- schaft und Forsten (StMELF); Erzeugerorganisation HVG	IPZ 5a, IPS 4b, IPS 2c
IPZ 5b S. Euringer, C. Krönauer, F. Weiß	Vorprojekt CBCVd	2022	Erzeugerorganisation HVG	IPS 2c

Daueraufgaben und Pflanzenschutzversuche

AG	Projekt	Laufzeit	Kooperation
5b	Amtliche Mittelprüfung	Daueraufgabe	
5b	Durchführung und Betreuung von Rückstandsuntersuchungen im Hopfenbau (GEP-Feldteil)	Daueraufgabe	
5b	Sprühturmversuche zur Überwachung der potenziellen Resistenzbildung von Hopfenblattläusen	Daueraufgabe	
5b	Aphisfliegenmonitoring	Daueraufgabe	
5b	ELISA-Testung von Hopfen zur Vermehrung auf ApMV und HpMV	Daueraufgabe	
5b	Überwachung der Pflanzenschutzmittelzulassungssituation im Hopfenbau	Daueraufgabe	
5b	Ausarbeitung von Notfalanträgen nach Art. 53	Daueraufgabe	Verband dt. Hopfenpflanzer, Hopfenring e.V.
5b	Fachliche Kommentierung von Einzelbetrieblichen Notfallgenehmigungen nach Art. 22	Daueraufgabe	Verband dt. Hopfenpflanzer, Hopfenring e.V.
5b	Viroidmonitoring (CBCVd und HSVd)	Daueraufgabe	IPZ 5c, IPS2c
5b	Fachliche Unterstützung bei der Umsetzung des Pflanzenpasses im Hopfen	Daueraufgabe	
5b	Umsetzung der Eppo-Guideline PP 1/239 (Leaf Wall Area) im Hopfenbau	2018-heute	
5b	Betreuung der Meldeadresse für Spezialdünger, Pflanzenstärkungsmittel, Biostimulanzien und Pflanzenschutzmittel im Hopfenbau hop.pfla@lfl.bayern.de	2019-heute	

3.3 IPZ 5c – Züchtungsforschung Hopfen

Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben von IPZ 5c (Züchtungsforschung Hopfen)

AG Projektleitung, Projektbearbeitung	Projekt	Laufzeit	Kostenträger	Kooperation
IPZ 5c A. Lutz Dr. E. Seigner	Entwicklung von leistungsstarken, gesunden Hochalphasorten mit besonderer Eignung für den Anbau im Elbe-Saale-Gebiet	2016-2024	Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft; Ministerium f. Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt; Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft; Erzeugergem. Hopfen HVG e.G.	IPZ 5d: Dr. K. Kamhuber & Team; Hopfenpflanzerverband Elbe-Saale e.V.; Betrieb Berthold, Thüringen; Hopfengut Lautitz, Sachsen; Agrargenoss. Querfurt, Sachsen-Anhalt

IPZ 5c Dr. E. Seigner	Forschung und Arbeiten zur Verticillium-Welke bei Hopfen – molekularer Nachweis von <i>Verticillium</i>	2015-2023	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG	IPZ 5c: A. Lutz; IPZ 5b: S. Euringer, K. Lutz; Dr. Radišek, Slov. Institute of Hop Research and Brewing, Slowenien
--------------------------	---	-----------	---------------------------------	---

Daueraufgaben Züchtungsforschung Hopfen

AG	Projekt	Laufzeit	Kooperation
5c	Züchtung von Hopfensorten mit ausgezeichneter Brauqualität	Daueraufgabe	IPZ 5d: Dr. K. Kammhuber & Team; Beratungsgremium der GfH; TUM, Lehrstuhl Getränke- und Brautechnologie; Bitburger Versuchsbrauerei; Versuchsbrauerei St. Johann; Brauer weltweit; Hopfenpflanzer
5c	Züchtung von Qualitätssorten mit erhöhten Gehalten an gesundheitsfördernden, antioxidativen und mikrobiellen Substanzen, auch für alternative Anwendungsbereiche außerhalb der Brauindustrie	Daueraufgabe	IPZ 5d; EpiLogic, Freising
5c	Testung auf Blattlausresistenz	Daueraufgabe	IPZ 5b: M. Felsl
5c	Blattsytem zur Testung von Hopfen auf Peronospora-Toleranz zur Züchtung krankheitstoleranter Hopfen	Daueraufgabe seit 2012	
5c	Schnellere Bereitstellung von gesundem Hopfen durch verbesserte <i>in vitro</i> -Gewebekultur	Daueraufgabe seit 2015	IPZ 5b: M. Mühlbauer; IPS 2c: Dr. L. Seigner
5c	Anbau, Bonituren und Ernte von Hopfen für die Registerprüfung des CPVO (Gemeinschaftliches Sortenamt der EU)	Daueraufgabe	IPZ 5d: Dr. K. Kammhuber & Team
5c	Reihenversuchsanbau mit Praxisbetrieben	Daueraufgabe	IPZ 5d: Dr. K. Kammhuber & Team
5c	Biogeneseversuche zur Information von Hopfen- und Brauwirtschaft über Reifezustand und Ernteprognosen	Daueraufgabe	IPZ 5d: Dr. K. Kammhuber & Team; IPZ 5a

3.4 IPZ 5d – Hopfenqualität und -analytik

Daueraufgaben Hopfenqualität und -analytik

AG	Projekt	Laufzeit	Kooperation
5d	Durchführung aller analytischen Untersuchungen zur Unterstützung der Arbeitsgruppen des Arbeitsbereichs Hopfen, insbesondere der Hopfenzüchtung	Daueraufgabe	IPZ 5a, IPZ 5b, IPZ 5c, IPZ 5e
5d	Entwicklung und Optimierung einer zuverlässigen Aromaanalytik mit Hilfe der Gaschromatographie-Massenspektroskopie	Daueraufgabe	
5d	Etablierung und Optimierung von NIRS-Methoden für die Hopfenbitterstoffe und den Wassergehalt	Daueraufgabe	
5d	Entwicklung von Analysemethoden für die Hopfenpolyphenole	Daueraufgabe	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA)
5d	Organisation und Auswertung von Ringanalysen für die Hopfenlieferverträge	Daueraufgabe	Labore der Hopfenwirtschaft

AG	Projekt	Laufzeit	Kooperation
5d	Analytik, Auswertung und Weiterleitung von Nach- und Kontrolluntersuchungen für die Hopfenlieferverträge	Daueraufgabe	Labore der Hopfenwirtschaft
5d	Sortenüberprüfungen als Amtshilfe für die Lebensmittelüberwachungsbehörden	Daueraufgabe	Lebensmittelüberwachung der Landratsämter
5d	Betreuung der EDV und des Internets für das Hopfenforschungszentrum Hüll	Daueraufgabe	AI ITP

3.5 IPZ 5e – Ökologische Fragen des Hopfenbaus

Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben von IPZ 5e (Ökologische Fragen des Hopfenbaus)

AG Projektleitung, Projektbearbeitung	Projekt	Laufzeit	Kostenträger	Kooperation
<u>IPZ 5e</u> Dr. F. Weihrauch S. Kaindl M. Obermaier	Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen und integrierten Hopfenbau	2014-2022	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.	Betrieb Robert Drexler, Riedhof; Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL), Frick, Schweiz; IFA-Tulln Institut für Umweltbiotechnologie, Österreich
<u>IPZ 5e</u> Dr. F. Weihrauch M. Obermaier	Weiterentwicklung kulturspezifischer Strategien für den ökologischen Pflanzenschutz mit Hilfe von Sparten-Netzwerken – Sparte Hopfen	2017-2022	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), BÖLN-Projekt 2815OE095	Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft (BÖLW e.V.)
<u>IPZ 5e</u> Dr. F. Weihrauch Dr. I. Lusebrink M. Obermaier	Entwicklung eines Maßnahmenkatalogs zur Förderung der Biodiversität im Hopfenbau	2018-2023	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.	IGN Niederlauterbach; AELF IP, FZ Agrarökologie; UNB am Landratsamt PAF; LBV, KG PAF
<u>IPZ 5e</u> Dr. F. Weihrauch Dr. I. Lusebrink M. Obermaier	Induzierte Resistenz bei Hopfen gegen Spinnmilben	2021-2026	Deutsche Bundesstiftung Umwelt (FKZ 35937/01-34/0)	20 Praxisbetriebe aus dem integriertem Hopfenbau; AG IPZ 5d

4 Hopfenbau, Produktionstechnik

LD Johann Portner, Dipl.-Ing. agr.

4.1 N_{\min} -Untersuchung 2022

Die Bodenuntersuchung auf verfügbaren Stickstoff und der dabei ermittelte N_{\min} -Wert ist ein zentraler Bestandteil der Düngebedarfsermittlung und verpflichtend für Betriebe, die Hopfenflächen in den „roten Gebieten“ bewirtschaften.

2022 beteiligten sich in den bayerischen Anbaugebieten Hallertau und Spalt mehr als die Hälfte der Hopfenbaubetriebe an der N_{\min} -Untersuchung. Dabei wurden 2 959 Hopfengärten (2021: 3 344 Proben) auf den N_{\min} -Gehalt untersucht. Der N_{\min} -Gehalt betrug im Durchschnitt der bayerischen Anbaugebiete 49 kg N/ha lag damit um 10 kg unter dem Vorjahreswert. Wie jedes Jahr waren bei den N_{\min} -Untersuchungen große Schwankungen zwischen den Betrieben und innerhalb der Betriebe zwischen den einzelnen Hopfengärten und Sorten festzustellen.

Gemäß Düngeverordnung (DüV) muss jeder Hopfenpflanzer den Düngebedarf für Stickstoff (N) unter Berücksichtigung der im Boden verfügbaren Menge jährlich vor der ersten Düngung für alle Schläge oder Bewirtschaftungseinheiten nach definierten Vorgaben ermitteln.

Betriebe mit Hopfenflächen in den sogenannten „**grünen**“ oder **nicht nitratgefährdeten Gebieten**, die keine eigenen N_{\min} -Untersuchungen durchführen mussten oder nicht für alle Hopfenschläge N_{\min} -Ergebnisse hatten, konnten zur Berechnung des N-Bedarfs auf diesen Schlägen auf die regionalisierten Durchschnittswerte in der Tabelle zurückgreifen:

Tab. 4.1: Probenzahl, vorläufige und endgültige N_{\min} -Werte 2022 in den Landkreisen bzw. Anbauregionen (Stand 08.04.2022)

Landkreis/Anbaugebiet	Anzahl Untersuchungen	Vorläufiger N_{\min} -Wert (Stand 16.03.2022)	Endgültiger N_{\min} -Wert
Eichstätt (inkl. Kinding)	214	43	60
Freising	292	37	45
Hersbruck	72	-	40
Kelheim	1 165	48	51
Landshut	180	43	51
Pfaffenhofen (u. Neuburg-Schrobenhausen)	937	39	44
Spalt	99	65	65
Bayern	2 959	45	49

Hopfenbaubetriebe ohne eigene N_{\min} -Werte konnten die Stickstoffbedarfsermittlung bereits mit den vorläufigen N_{\min} -Durchschnittswerten ihres Landkreises oder Anbauregion durchführen. Wo der endgültige N_{\min} -Wert um mehr als 10 kg N/ha höher als der vorläufige N_{\min} -Wert war, musste die Düngebedarfsermittlung noch einmal angepasst werden.

2022 traf dies in der **Anbauregion Eichstätt** (inkl. Kinding) zu. Hier lag der durchschnittliche endgültige N_{\min} -Wert um 17 kg N/ha über dem vorläufigen N_{\min} -Wert. Hopfenbaubetriebe in der Region Eichstätt, die mit dem vorläufigen N_{\min} -Wert von 43 kg N/ha gerechnet haben, mussten die Düngebedarfsermittlung mit dem höheren endgültigen N_{\min} -Wert von 60 kg N/ha korrigieren. Für Betriebe in der Region Hersbruck gab es 2022 keinen vorläufigen N_{\min} -Wert, so dass die Düngebedarfsermittlung mit dem endgültigen N_{\min} -Wert berechnet werden musste.

Betriebe mit Hopfenanbau **in den „roten Gebieten“** mussten 2022 mind. 3 Hopfenschläge auf N_{\min} untersuchen lassen. Lagen weitere Hopfenflächen im roten Gebiet, musste der betriebliche N_{\min} -Durchschnittswert auf die anderen Flächen übertragen werden!

In der nachfolgenden Grafik ist die Zahl der N_{\min} -Untersuchungen und N_{\min} -Gehalte in Bayern im Verlauf der Jahre zusammengestellt.

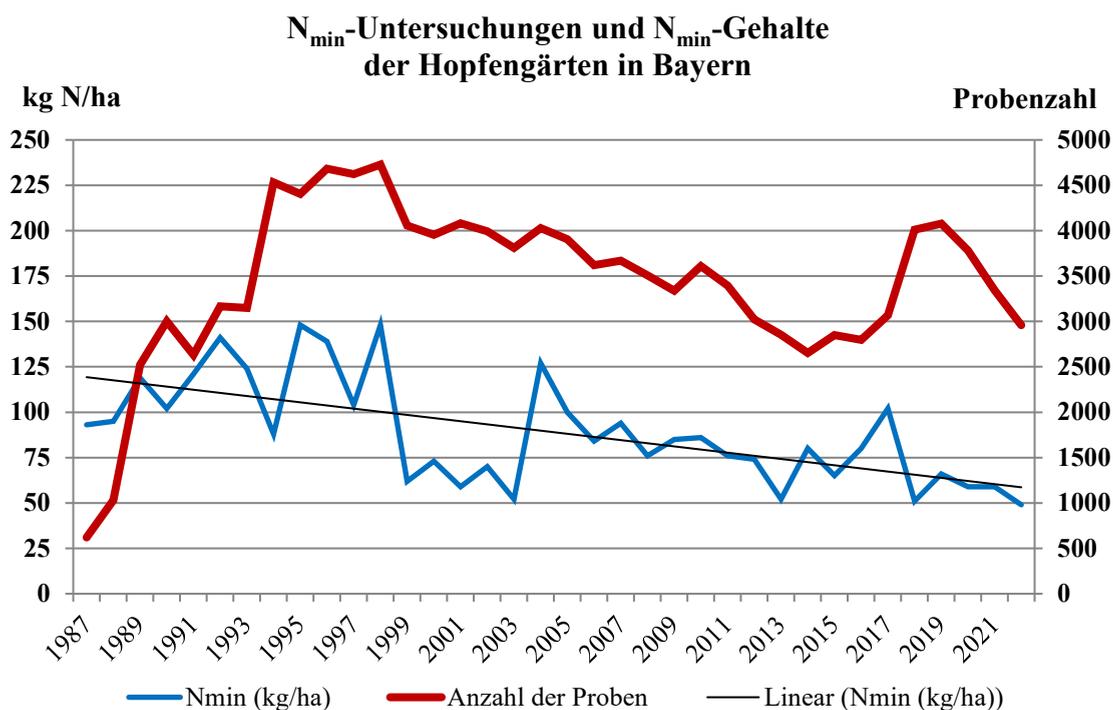


Abb. 4.1: N_{\min} -Untersuchungen, N_{\min} -Gehalte und Trendlinie der N_{\min} -Werte der Hopfengärten in Bayern im Verlauf der Jahre

4.2 Zusammenfassung der Forschungsarbeiten zur Kompostierung und Verwertung von Hopfenrebenhäcksel zur Optimierung der Nährstoffeffizienz des organisch gebundenen Stickstoffs (ID 6239)

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenbau, Produktionstechnik
Finanzierung:	Erzeugergemeinschaft HVG e. G.
Projektleiter:	J. Portner
Bearbeitung:	A. Schlagenhauer, J. Stampfl, S. Fuß (LfL) Dr. Dieter Lohr (HSWT)
Kooperation:	Prof. Dr. Meinken, Institut für Gartenbau, HSWT Prof. Dr. Ebertseder, Fakultät Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme, HSWT M. Stadler, Fachzentrum Agrarökologie, AELF Pfaffenhofen
Laufzeit:	01.09.2018 - 28.02.2022

Im Hopfenanbaugebiet Hallertau bewirtschaften 854 Betriebe über 17 000 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 organische Dünger 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, wurden über mehrere Jahre hinweg umfassende Kompostier- und Feldversuche mit Hopfenrebenhäcksel durchgeführt.

Projektziele

- Risikoabschätzung einer erhöhten Nitratauswaschung durch die Ausbringung von Hopfenrebenhäcksel im Herbst entsprechend der derzeitigen Praxis
- Entwicklung umweltverträglicher und praktikabler Kompostierungsverfahren mit Hopfenrebenhäckseln
- Untersuchung der Stickstoffwirkung der verschiedenen Komposte/Substrate in Feldversuchen
- Vergleich der verschiedenen Verfahren im Hinblick auf Ökonomie, Ökologie, Praktikabilität
- Reduzierung von Stickstoffverlusten aus Rebhäckseln
- rechtskonforme, praktikable und umweltfreundliche Verwertung der Rebhäcksel mit einer optimalen Ausnutzung des organisch gebundenen Stickstoffs

Methodik

Der Versuchsaufbau des Projektes gliederte sich in vier Teile (Arbeitspakete (AP) 1 bis 4): Die Versuchsbasis bildeten Kompostiersversuche (AP 1), bei denen im kleinen Maßstab (Mietengröße ca. 1,5 m³) die grundlegenden Bedingungen für eine aerobe Kompostierung erarbeitet wurden. Parallel wurde 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 hatte mehrere Ziele. Zum einen sollten die gewonnenen Erkenntnisse unter kleinmaßstäblichen Bedingungen auf ihre Praxisausganglichkeit geprüft werden. Zum anderen sollte 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 stammte 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 bildeten (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. Darüber hinaus wurden bereits 2017 im Rahmen einer Bachelorarbeit Gefäßversuche mit Hopfenrebenhäcksel durchgeführt. Diese wurden im Rahmen dieses Projektes weiter intensiviert.

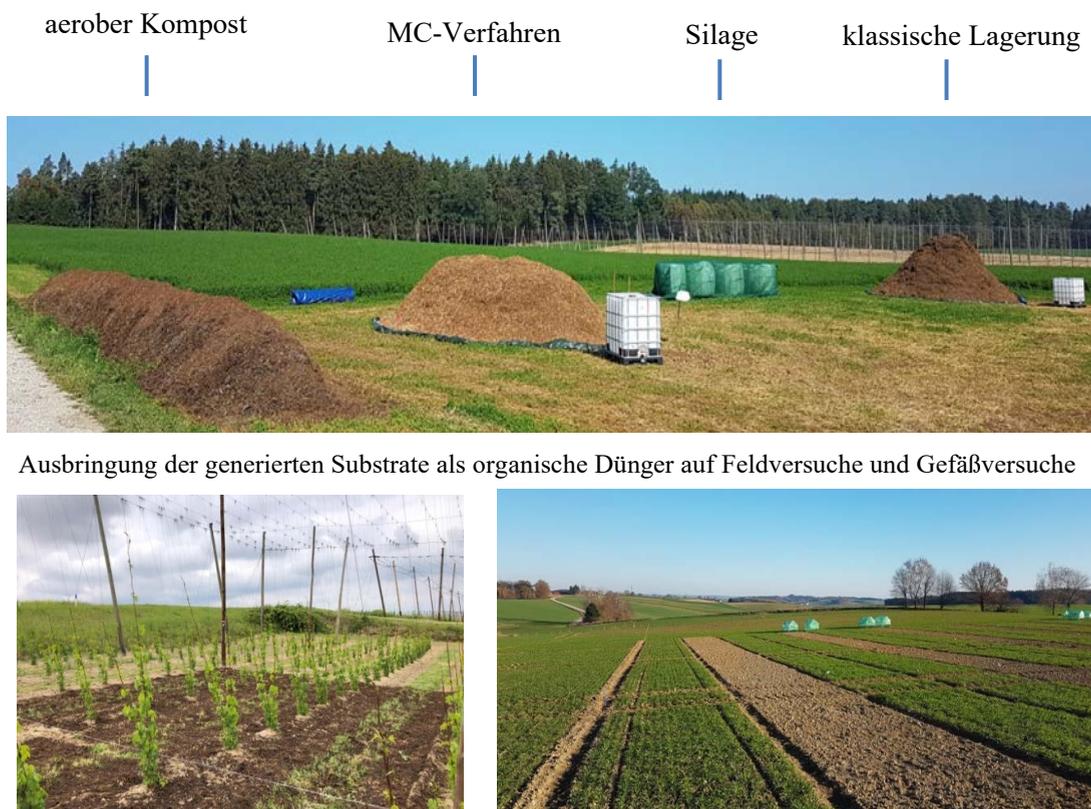


Abb. 4.2: Darstellung Versuchsschema:

Oben: AP 2, praxisnaher Kompostiersversuch

Unten links: AP 4, Feldversuch Hopfen, Rebenhäckselausbringung im Mai

Unten rechts: AP 3, Parzellenversuche mit Rebenhäcksel

Ergebnisse

Viele Versuchsergebnisse wurden bereits in den letzten Jahresberichten der Sonderkultur Hopfen veröffentlicht. Ein abschließender Bericht über das Forschungsprojekt soll noch im zeitigen Frühjahr 2023 veröffentlicht werden. Die Versuchsarbeiten des Projektes wurden im Frühjahr 2022 abgeschlossen.

Der „Feldversuch Hopfen“ (AP 4) wird aber weitergeführt, um die langfristige N-Dünge-wirkung von Hopfenrebenhäcksel und seit 2022 auch von flüssigen Biogasgärresten im Hopfen untersuchen zu können. Dabei wird ein Systemvergleich angestellt, bei dem eine klassische Ausbringung von Rebhäckseln im Herbst und eine Ausbringung von flüssigen Biogasgärresten im Juni mit einer mineralisch gedüngten Variante auf gleicher Gesamt-N-Basis verglichen werden (Tab. 4.2).

Tab. 4.2: Übersicht der Varianten des „Feldversuchs Hopfen“ 2022

Monat KW	Okt 19		April					Mai					Juni				Juli				Gesamt [kg N/ha]
	Rebh.	N _{ges}	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Kontrolle					50				40											90	
Rebh. Herbst	15 t	90			50				40											180	
Biogasgärrest	7 m ³				50				40			90								180	
Mineralisch					50				40				45				45			180	
	Rebh.		NPK Mischdünger					BGG					Innofert flüssig 15% (Hopfenputzen)								

Die N-Düngewirkung der Hopfenrebenhäcksel und des flüssigen Biogasgärrests, kann anhand der N-Entzüge zum Zeitpunkt der Ernte ermittelt werden. 2022 wurde die Versuchsfläche durch Hagelschlag Ende Mai bei einer Wuchshöhe von etwa 40% der Gerüsthöhe stark geschädigt. Durch intensives Nachleiten konnte trotzdem ein relativ einheitlicher Hopfenbestand wiederhergestellt werden. Um sicherere Ergebnisse zu generieren, wurden schon ab Versuchsjahr 2021 – weil die Parzellengröße dies zuließ - die Größe der Ernteparzellen von 20 auf 40 Reben angehoben, was bei 4 Wiederholungen je Variante somit 160 Reben je Variante ergibt. In Abb. 4.3 kann der Stickstoffentzug gegliedert in Restpflanzenentzug und Doldenentzug eingesehen werden. Es fällt auf, dass die Stickstoffentzüge durch den Hagel deutlich niedriger als in den Vorjahren ausgefallen sind. Die Abstufung zwischen den Varianten bestätigt jedoch die Ergebnisse aus den vorangegangenen Versuchsjahren (Abb. 4.4). Dabei konnte die Variante mit Rebhäcksel 2022 im Vergleich zur Kontrolle 13 kg N mehr aufnehmen (2019-2022: 15 kg N). Die mineralisch gedüngte Variante konnte 2022 um 46 kg N mehr als die Kontrolle entziehen (2019-2022: 65 kg N). Von den 90 kg Gesamt-N der mit Gärresten ausgebracht wurde, konnte im ersten Jahr bereits 21 kg N aufgenommen werden.

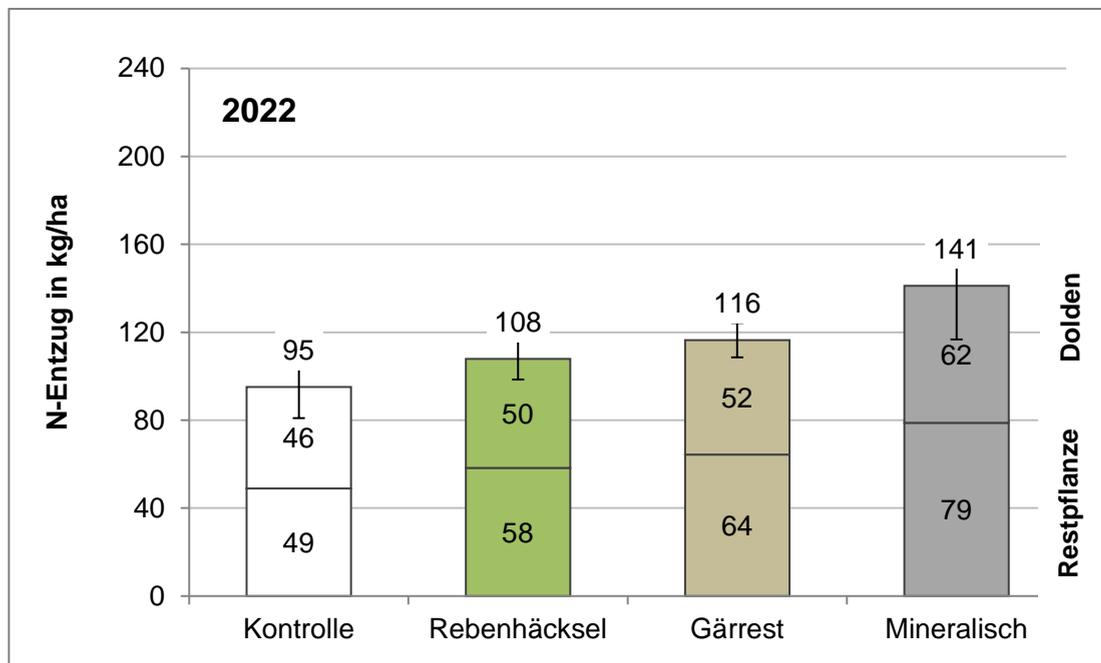


Abb. 4.3: mittlerer N-Entzug gegliedert in Dolden- und Restpflanzenentzug in Abhängigkeit der N-Düngung (Kontrolle = 90 N mineralisch; Rebh. Herbst = 90 N mineralisch + 90 N via Rebh.; Gärrest = 90 N mineralisch + 90 N via Gärrest; Mineralisch = 180 N mineralisch) 2022 (Hageljahr), Sorte Herkules, lehmiger Sand

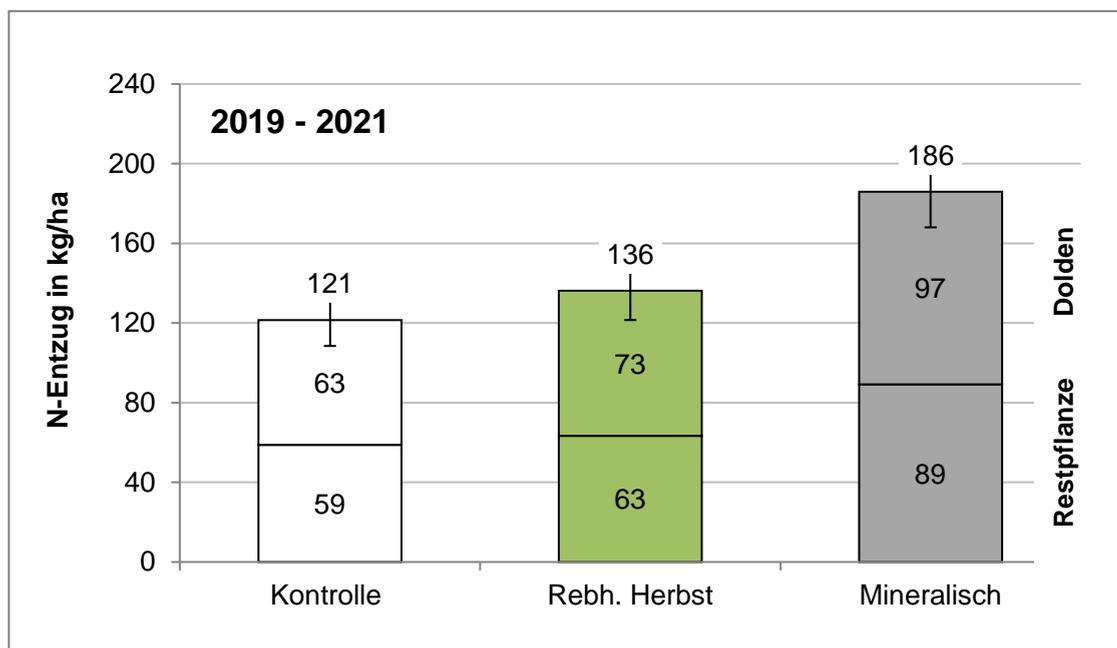


Abb. 4.4: mittlerer N-Entzug von 2019-2022 gegliedert in Dolden- und Restpflanzenentzug in Abhängigkeit der N-Düngung (Kontrolle = 90 N mineralisch; Rebh. Herbst = 90 N mineralisch + 90 N via Rebh.; Mineralisch = 180 N mineralisch) 2019-2021, Sorte Herkules, lehmiger Sand

Die Versuche sollen langjährig weitergeführt werden, damit die langfristige Düngewirkung des organisch gebundenen Stickstoffs in Rebenhäcksel und Gärrest noch besser eingeschätzt werden kann.

4.3 Tastversuch mit dem Biostimulans „Utrisha N“

Hintergrund

Durch die Vorgaben und Einschränkungen der Düngeverordnung im Hinblick auf die Stickstoffdüngung ist die Optimierung der N-Düngung ein wichtiger Baustein, um weiterhin Ertrag und Qualität zu sichern und gleichzeitig die Umwelt zu schonen. Dabei stellt sich die Frage, ob neben der üblichen mineralischen und organischen N-Düngung durch Produkte mit stickstoff-fixierenden Bakterien (*Methylobacterium*) die Stickstoffeffizienz durch die Bindung von Luftstickstoff erhöht werden kann. Diese Biostimulanzien sollen es ermöglichen, dass bis zu 25 % des N-Bedarfs der Pflanze über die Fixierung von Luftstickstoff zu Ammonium zur Verfügung gestellt werden. Der so gewonnene Stickstoff könnte zur Pflanzenernährung beitragen und möglicherweise Stickstoffdünger teilweise ersetzen. Um zu untersuchen, ob die Anwendung von Biostimulanzien mit stickstoff-fixierenden Bakterien auch im Hopfen zur Optimierung der N-Düngung beitragen kann, wurde das Produkt *Utrisha N* der Firma Corteva im Feldversuch getestet.

Methodik

Der Standort für den Tastversuch befand sich in der östlichen Hallertau bei Neuhausen auf mittelschwerem Boden bepflanzt mit der Sorte *Herkules*. Dabei wurden zwei Versuchshälften angelegt mit je 2 unechten Wiederholungen. Auf einer Hälfte der Fläche (Kontrolle) wurde betriebsüblich gedüngt, während auf der anderen Hälfte zusätzlich zur betriebsüblichen Düngung das Produkt *Utrisha N* appliziert wurde. Die empfohlene Aufwandmenge von 500 g/ha wurde mit 1200 l Wasser je ha mit der Gebläsespritze am 20.06.2022 ausgebracht (Fahrgeschwindigkeit 2,7 km/h, 5 Düsen mit der Bestückung Hallertau, oben zwei und unten eine Düse geschlossen, Druck 22 bar). Zur Begleitung des Versuches wurden in den Parzellen ab Anfang Juni bis Mitte August der Chlorophyllgehalt der Blätter mithilfe eines SPAD-Meters und der N-Gehalt in den Blättern im Labor (Methode: Dumas) untersucht. Zusätzlich wurde mithilfe von Satelliten-Technik und Bildverarbeitungssoftware eine Ertragskarte erstellt und für die Fläche ein Index ermittelt, der die N-Aufnahme widerspiegeln soll. Beide Varianten wurden mit je zwei unechten Wiederholungen in Hüll exakt beerntet und neben dem Doldenertrag und Alphasäuregehalt wurde auch die Biomasse und der Stickstoffentzug in Dolden und Restpflanzen ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion

Bei der Auswertung der Ernteergebnisse fällt auf, dass ein deutlicher Ertragsunterschied zwischen den Varianten festgestellt werden konnte. Der Ertrag fiel bei der Kontrolle um rund 700 kg/ha Trockenhopfen größer aus als bei der Variante, bei der *Utrisha-N* appliziert wurde. Der Alphasäuregehalt lag auf nahezu gleichem Niveau. Der Gesamt-Stickstoffentzug bei der Ernte war bei der Kontrolle um 19 kg N/ha höher.

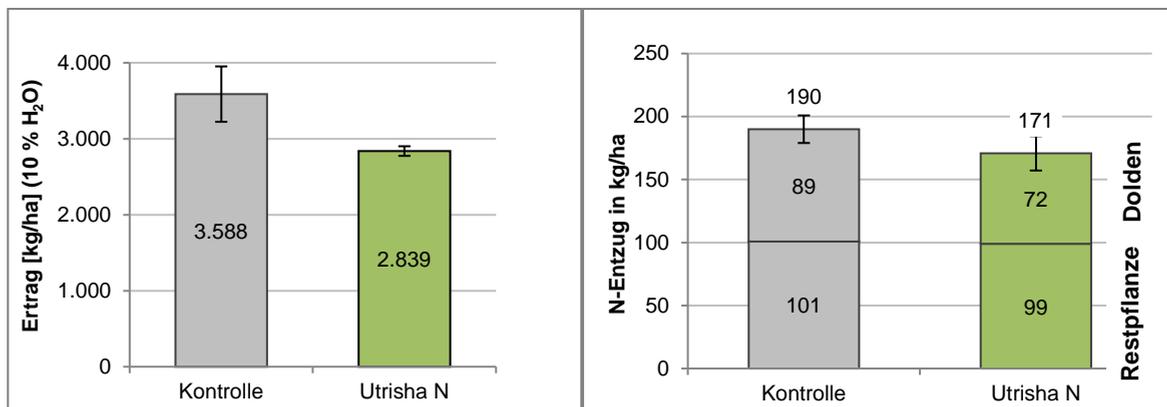


Abb. 4.5: Doldenertrag in kg/ha bei 10% H₂O und Stickstoffentzug bei der Ernte geteilt in Dolden- und Restpflanzenentzug in kg N/ha nach Varianten am Standort Neuhausen der Sorte Herkules

Nach Auswertung der Satellitendaten war zu erkennen, dass sich die Stickstoffaufnahme und damit das Ertragspotenzial des Bodens auf der Versuchsfläche als eher inhomogen darstellte und die Parzellenanordnung eher ungünstig für die Utrisha-N-Variante war.

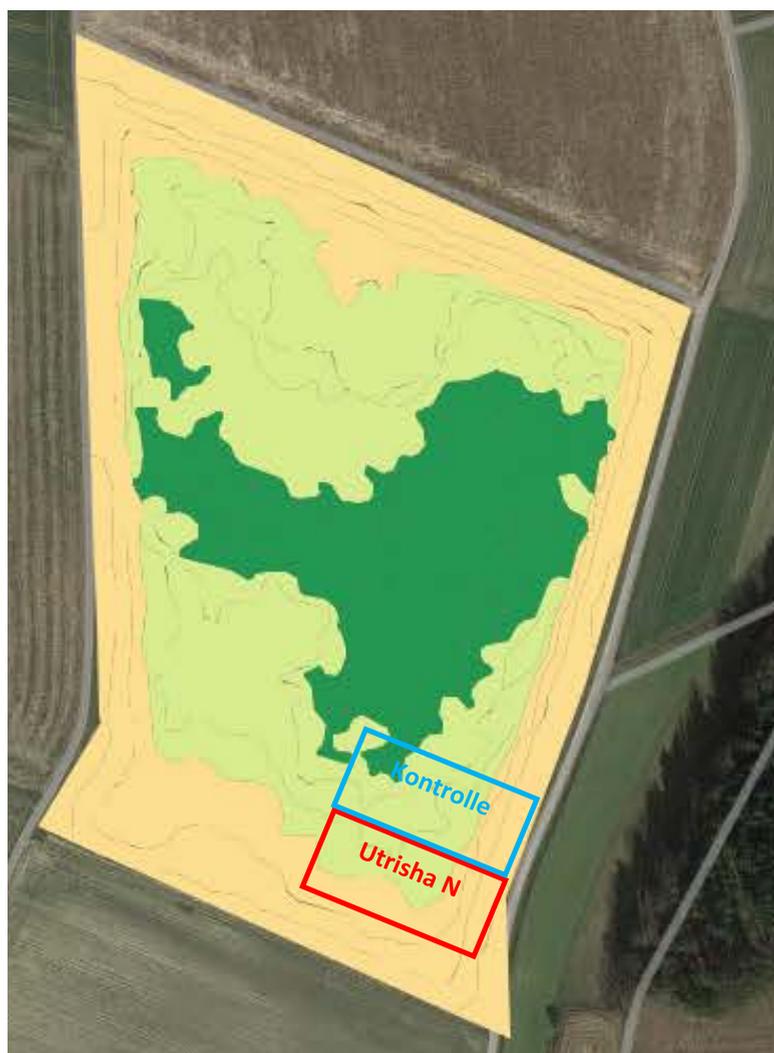


Abb. 4.6: Stickstoff Aufnahme Karte (grün +15 %, hellgrün \emptyset , gelb -43% N-Aufnahme)

4.4 Simulation von Agro-PV-Anlagen über Hopfen im Hinblick auf Schaderregeraufkommen, Ertrag und Qualität des Hopfens

Hintergrund

Agro- oder Agri-Photovoltaik (Agri-PV) bezeichnet ein Verfahren, bei dem landwirtschaftliche Flächen gleichzeitig zur Nahrungsmittelproduktion und zur PV-Stromerzeugung genutzt werden. Damit wird der Ausbau von erneuerbaren Energien auf Freiflächen ermöglicht, ohne dass zusätzliche landwirtschaftliche Nutzflächen verloren gehen. Hopfenflächen bieten sich insofern zur Agri-PV an, da die Gerüstanlage teilweise als Trägerkonstruktion für die PV-Module verwendet werden kann. Inwiefern die Beschattung durch die Module einen Einfluss auf das Hopfenwachstum, das Schaderregeraufkommen, den Ertrag und die Qualität des Hopfens haben, wurde in einem 2-jährigen Simulationsversuch untersucht.

Versuchsanstellung und Methodik

In zwei Hopfengärten wurde in einem Teilbereich (30 m x 20 m) ein Netz mit Abstandhalter (ca. 20 cm) über der Hopfengerüstanlage angebracht. Im Jahr 2021 war dies ein Netz mit einer Lichtdurchlässigkeit von 50 %. Da die ersten Ergebnisse aus 2021 gezeigt haben, dass die Beschattung einen sehr starken Einfluss auf die Hopfenpflanzen hatte, wurde im Jahr 2022 ein weiteres Netz mit einer höheren Lichtdurchlässigkeit von 70 % zusätzlich installiert. Im Jahr 2021 wurden die beiden Sorten Herkules und Perle getestet. Da sich die Sorten unter der Beschattung ähnlich verhalten haben und um den Arbeitsaufwand für den Tastversuch gering zu halten, wurde in 2022 nur noch die Sorte Herkules getestet, dafür aber mit den beiden oben beschriebenen Varianten zur Beschattung.

Während der Vegetation wurden im Vergleich zur Kontrolle die Auswirkungen auf Wachstumsverlauf, Krankheits- und Schädlingsbefall, Ertrag und Qualität untersucht. Die Bonituren erfolgten an 7 aufeinander folgenden Doppelaufleitungen in der Mitte der beschatteten Parzellen bzw. versetzt im unbeschatteten Teil des Feldes (Kontrolle). Zur Schädlingsbonitur wurden 50 Blättern in verschiedenen Höhen entnommen und die Blattläuse und Spinnmilben mittels Lupe ausgezählt. Die Krankheitsbonitur erfolgte als Sichtbonitur. Die Ertragsfeststellung wurde in beiden Jahren selbstständig auf dem Versuchsbetrieb durchgeführt. Die Qualitätsfeststellung hinsichtlich Alphasäuregehalt (KW-Methode) und Untersuchung auf Gesamtöle erfolgte im Labor in Hüll.

Beobachtungen und Bonituren

Wachstumsverlauf

Beide Sorten hatten 2021 unter der Beschattung einen Wachstumsvorsprung. Im Bereich der Beschattung waren die Blätter in der oberen Hälfte größer und weicher. Auch die Seitenarme waren in dem Bereich länger. Auf Grund der Witterungsbedingungen im Jahr 2022 hatte die Beschattung einen noch deutlicheren Unterschied bei der Entwicklung der Pflanzen verursacht. Zum zweiten Boniturtermin Ende August 2022 war zudem ein optischer Unterschied bei den Varianten zur Beschattung festzustellen.

Krankheits- und Schädlingsbefall

Bei der Krankheit Echter Mehltau war 2021 augenscheinlich keine Unterschiede im Befall erkennbar. Allerdings wurde Peronospora-Primär- und Sekundärbefall vereinzelt in allen Varianten gefunden. Bei beiden Sorten, insbesondere aber bei Herkules, war zur Bonitur kurz vor der Ernte ein starker Peronosporabefall festzustellen, der aufgrund der Symptomatik im Zeitraum der Blüte aufgetreten sein musste.

Aufgrund vieler abgestorbener Blüten war der Doldenbehang schwächer als gewohnt. Im Trockenjahr 2022 war bei den Krankheiten Peronospora und Echter Mehltau augenscheinlich kein Befall erkennbar. Allerdings war in diesem Jahr über alle Varianten hinweg ein starker Erdflöhbefall zu sehen. Hier konnte aber kein Unterschied zwischen den Beschattungsvarianten bonitiert werden.

Zum ersten Boniturtermin Mitte bis Ende Juni war stets ein höherer Blattlauszuflug bzw. Blattlausbefall in den Kontrollvarianten festzustellen. Allerdings waren zur Ernte in keiner Variante mehr Blattläuse zu finden, was auf einen guten Bekämpfungserfolg zurückzuführen ist.

Bei der Spinnmilbenbonitur konnten deutliche Unterschiede zwischen den beschatteten Varianten und der Kontrolle während der gesamten Vegetationsperiode festgestellt werden. Folgender durchschnittlicher Besatz mit Spinnen/Eier wurde am 30.08.2022 vor der Ernte bonitiert:

Tab. 4.3: Befall mit Spinnmilben/Eier am 30.08.2022

Reben	Kontrolle	Beschattung 30%	Beschattung 50%
oben	8,2/0,2	2,1/1	28,3/1
Mitte	16,6/7,2	12,6/4,4	39,7/7,3
unten	279,5/460,6	27,6/30,7	16,5/2,9

Ergebnisse und Diskussion

Wachstumsverlauf

Ab Wachstumsbeginn bis zum Erreichen der Gerüsthöhe zeigte sich im Jahr 2021 bei den untersuchten Sorten Perle und Herkules ein Wachstumsvorsprung unter der Beschattung. Auch waren die Blätter größer und weicher und die Pflanzen hatten längere Seitenarme. Dieses Wachstumsverhalten ist typisch für Schattenpflanzen, die nicht der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind.

Während der generativen Entwicklung fiel auf, dass beide Sorten in der beschatteten Variante lange Seitenarme bildeten und überwiegend nur im oberen Drittel der Reben Dolden entwickelten. Der ungleichmäßige Doldenbehang war augenscheinlich bei Herkules etwas stärker ausgeprägt als bei der Sorte Perle. In der Variante ohne Netz (normale Belichtung) ging der Doldenbehang bis nach unten (Perle) bzw. bis zur Hälfte der Rebe (Herkules). Im Jahr 2022 war ein Unterschied zwischen den beiden Varianten in der Beschattung erkennbar, sodass die mit 50 % beschattete Variante noch längere Seitenarme ausbildete als die Variante mit 30 %. Die ungleiche Verteilung der Doldenausbildung ist damit von der Sorte und dem Lichteinfall abhängig und kann auch in der Praxis beobachtet werden. Hopfenbestände, die eine üppige vegetative Entwicklung haben, oben zusammenwachsen und bei denen nur noch sehr wenig Licht in den Bestand einfällt, bilden meist nur im oberen belichteten Bereich der Reben Dolden aus. Sorten mit einem schlankeren Habitus, wie z. B. Perle oder wenn mehr Licht in den Bestand gelangt, setzen auch an den unteren Seitenarmen Blüten und Dolden an.

Der mangelnde Lichteinfall in der beschatteten Variante beeinträchtigte auch den Wuchs der Beikräuter und der Zwischenfrucht, die sich im Vergleich zur Variante ohne Netz zwischen den Hopfenreihen kaum entwickeln konnten.



Abb. 4.7: Variante mit 50 % Beschattung (vorne) im Übergangsbereich zur Kontrolle (hinten) im Jahr 2021

Krankheits- und Schädlingsbefall

Beim ersten Boniturtermin Ende Juni zur Zeit der Hauptbekämpfung der Krankheiten und Schädlinge konnten hinsichtlich des Krankheitsbefalls keine Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden.

Anders sah es beim Schädlingsbefall aus. Bei beiden Sorten waren bei der ersten Bonitur in der beschatteten Parzelle weniger Blattläuse zu finden. Während 2021 bei Herkules etwa 20 % weniger Blattläuse bonitiert wurden, waren bei Perle nur etwa halb so viele Blattläuse an den Blättern. Auch 2022 waren in den beschatteten Parzellen weniger Blattläuse zu finden. Eine eindeutige Erklärung der geringeren Attraktivität der beschatteten Hopfenpflanzen ist nicht bekannt. Es kann lediglich vermutet werden, dass die Blattläuse, die die Hopfenpflanzen im Frühjahr über den Luftraum besiedeln (Zuflug der Aphisfliegen), durch das Netz im Zuflug behindert wurden oder weniger attraktive Verhältnisse für die Besiedlung in der beschatteten Variante herrschten.

Beim Befall mit der Gemeinen Spinnmilbe war der Unterschied im Jahr 2021 zwischen den Varianten noch deutlicher als bei der Blattlaus. Bei der Sorte Perle lag der durchschnittliche Spinnmilbenbefall über alle Höhen in der beschatteten Parzelle nur bei knapp 20 %. Bezüglich der Höhenverteilung waren in der beschatteten Parzelle die meisten Spinnmilben schon auf den oberen Blättern zu finden, in der Praxisvariante hingegen in der Mitte. Bei Herkules war der Befall insgesamt etwas höher, betrug in der beschatteten Parzelle aber nur ein Drittel gegenüber der Kontrolle.

Hinsichtlich der Höhenverteilung gab es bei Herkules keine Unterschiede zwischen den Parzellen. Im dem, wie schon beschrieben trockenen und heißen Jahr 2022, waren die Unterschiede im Befall, wie zu erwarten, noch deutlicher. So waren zur zweiten Bonitur nur 10 % der Spinnen bei 30 % Beschattung und lediglich 6 % der Spinnen bei der 50 % Beschattung im Vergleich zur Kontrolle zu finden.

Die Gemeine Spinnmilbe ist bekanntlich sehr wärmeliebend. Demzufolge kann die stärkere Vermehrung in den lichtdurchfluteten Varianten mit der höheren Sonneneinstrahlung und den dort voraussichtlich herrschenden höheren Temperaturen erklärt werden. Temperaturmessungen im Bestand wurden allerdings nicht vorgenommen.

Ertrag

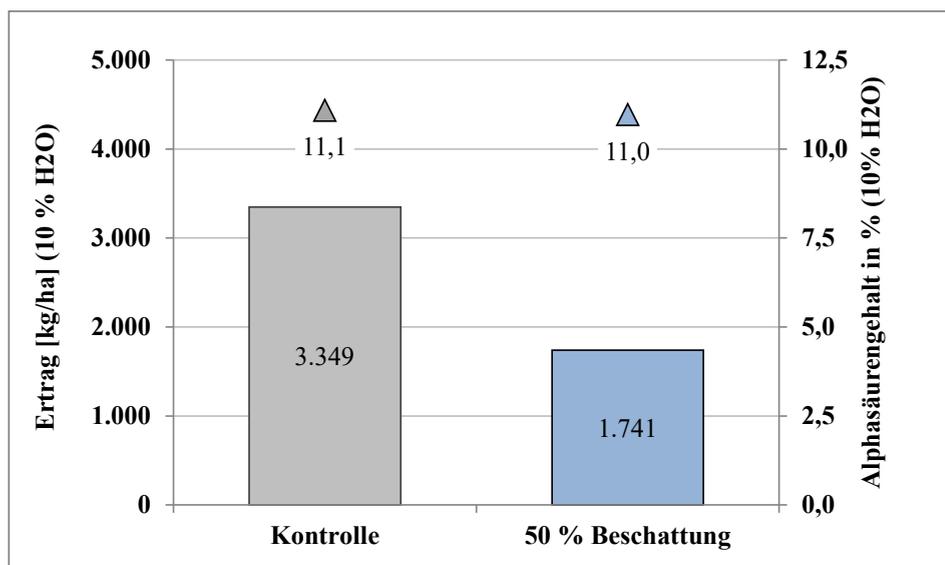


Abb. 4.8: Ertrag und Alphasäuregehalt im Jahr 2021 bei der Sorte Perle

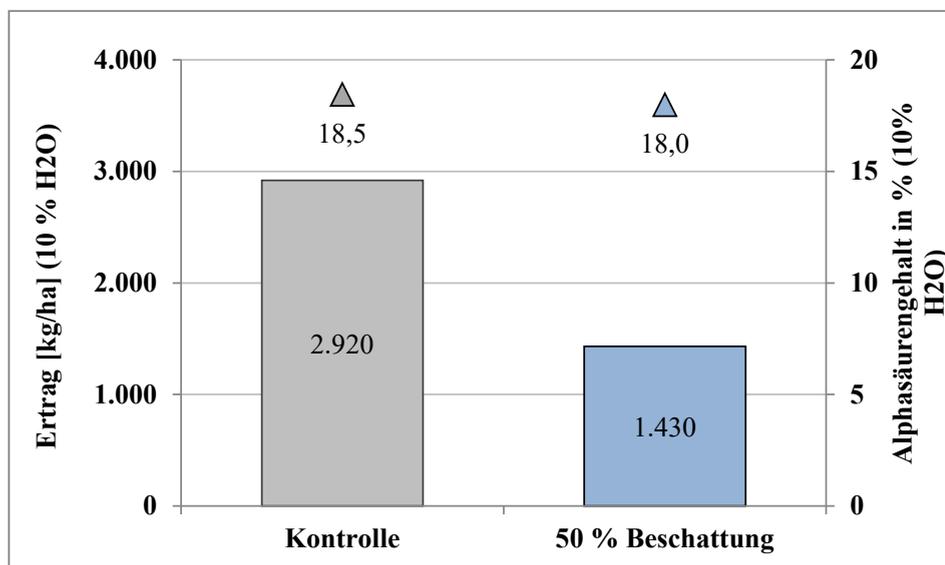


Abb. 4.9: Ertrag und Alphasäuregehalt im Jahr 2021 bei der Sorte Herkules

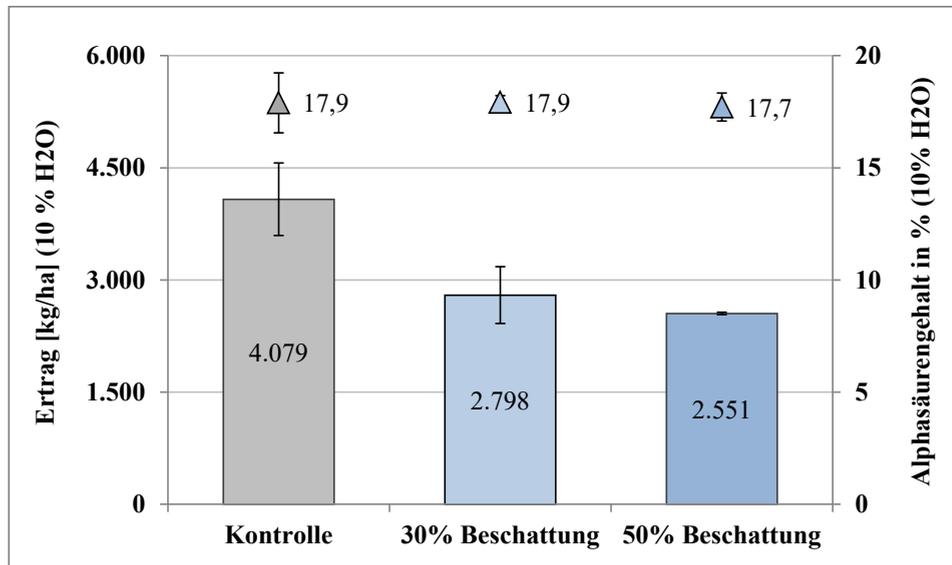


Abb. 4.10: Ertrag und Alphasäuregehalt im Jahr 2022 bei der Sorte Herkules

Qualität

Der maßgebliche Qualitätsparameter bei Hopfen ist der **Alphasäuregehalt**. Hier konnten in der Laboruntersuchung in beiden Jahren keine Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden. Die Beschattung hatte weder in der regenreichen Vegetationsperiode 2021, in der nur sehr wenige Hitzetage (Temp. ≥ 30 °C) zu verzeichnen waren und der Praxis außergewöhnlich hohe Alphasäurenwerte bescherte, noch in der konträren Witterung im Jahr 2022 einen Einfluss auf die Alphasäurenbildung.

Der **Ölgehalt** hat deutlicher auf die Beschattung reagiert. Hier waren 2021 auch große Unterschiede zwischen den Sorten zu erkennen. Während bei der Sorte Herkules der Ölgehalt lediglich um knapp 20 % gegenüber der normal belichteten Variante zurück ging, sank bei der Sorte Perle der Ölgehalt in der beschatteten Parzelle in der gleichen Größenordnung wie der Ertrag. Auch 2022 wurde der Ölgehalt durch die Beschattung mit knapp minus 10 % in beiden Varianten negativ beeinflusst. Der Ölsynthese scheint daher stärker von der Sonneneinstrahlung bzw. Lichtintensität abhängig zu sein.

Anmerkung: Da es bei der Ertragsfeststellung und Qualitätsuntersuchung keine echten Wiederholungen gab, sind statistische Verrechnungen nicht möglich. Die Aussagen sind daher lediglich als Trend zu werten.

4.5 Temperaturmessungen im Folientunnel zur Nutzung der solaren Energie für die Hopfentrocknung

Zielsetzung

In einem Tastversuch sollte untersucht werden, inwieweit mit solarerwärmter Luft aus einem Folientunnel eine Temperaturerhöhung der Ansaugluft bei der Hopfentrocknung möglich wäre und somit Heizöl eingespart werden könnte.

Methoden

Für den Tastversuch wurde ein leerstehender Folientunnel mit den Ausmaßen 90 m x 9 m x 4 m (Länge x Breite x Höhe) eines Spargel- und Beerenbetriebes in Sandharlanden verwendet. An dem an einem leichten Nord-Osthang von Ost nach West verlaufenden Folientunnel wurden an der erhöhten Westseite zwei Axiallüfter zum Absaugen der solarerwärmten Luft positioniert. Laut Herstellerangaben hatten die Lüfter eine Luftförderleistung von je 8000 m³/h, eine Luftaustrittsgeschwindigkeit von 11 m/s bei einem Luftdruck von 100 Pa. Die Luftabsaugung erfolgte mit zwei Luftschläuchen mit je einem Durchmesser von 560 mm, die auf halber Höhe innen am hinteren Ende des Tunnels installiert waren.

Im Folientunnel wurden über die gesamte Länge in einer Höhe von 3 m mehrere Data-Logger zur Dokumentation der Temperatur und relativer Luftfeuchte angebracht. Dabei wurde einerseits ermittelt, wie hoch die Temperatur während des Tages ansteigt und andererseits, inwieweit sich die Temperatur während des Betriebs der Ventilatoren verändert. Die Temperatur der ausströmenden Luft wurde ebenfalls mit an den Axiallüftern angebrachten Data-Loggern aufgezeichnet. Die Witterungsdaten am Standort wurden über eine in 200 m Entfernung stehende Wetterstation erfasst.



Abb. 4.11: Folientunnel und Axiallüfter mit Luftschläuchen

Ergebnis

Die nachfolgende Grafik zeigt exemplarisch an einem teilweise sonnigen Tag den Temperaturunterschied am 14.09.2023 zwischen der Außenluft und der über die Axiallüfter angesaugten, erwärmten Luft aus dem Folientunnel. Die Einström- (gemessen im Luftschlauch im Folientunnel) und Ausströmtemperaturen (gemessen außen am Luftaustritt des Axialgebläses) waren dabei bei beiden Lüftern stets identisch.

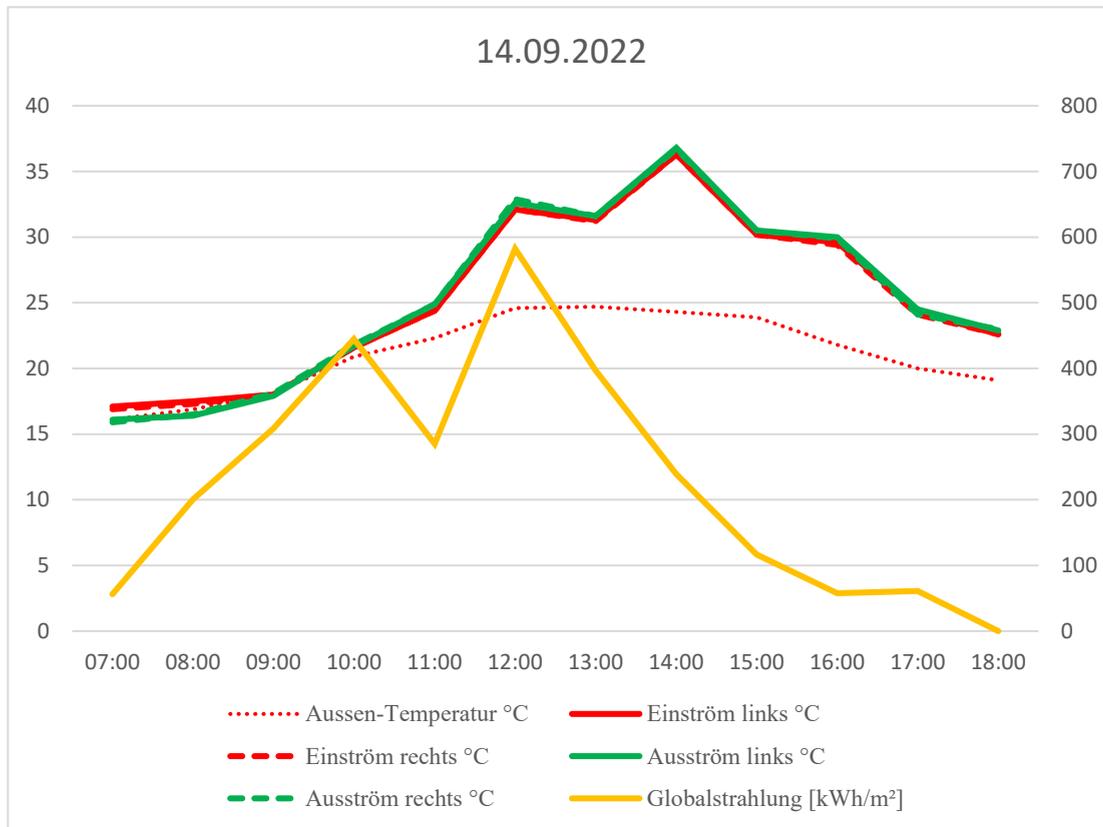


Abb. 4.12: Vergleich der Einström- und Ausströmtemperaturen

Da sich über die gesamte Länge im Folientunnel während des Absaugens keine Temperaturunterschiede ergaben, lässt sich folgern, dass mit leistungsstärkeren Ventilatoren mehr solarerwärmte Luft genutzt werden könnte.

Diskussion und Ausblick

Beim Einsatz alternativer Energiequellen bei der Hopfentrocknung wird der Luftstrom bzw. ein Teil des Luftstromes der Ansaugluft vorgewärmt. Je höher die Temperatur der Ansaugluft bereits ist, desto weniger Energie muss aufgewendet werden, um die Trocknungsluft auf ca. 65 °C zu erhitzen und umso mehr Heizöl kann eingespart werden. Für die Berechnung, inwieweit durch das Absaugen der Luft aus dem Folienkanal die Ansaugluft bei der Hopfentrocknung erhöht und wieviel Prozent Heizöl dabei ersetzt werden könnte, wurden folgende Annahmen getroffen:

Die gesamte abgesaugte Luftmenge soll der Luftmenge einer Hopfentrocknungsanlage mit einer Trocknungsgrundfläche von 16 m² entsprechen. Über eine angenommene Luftgeschwindigkeit von 0,35 m/s und der Differenz aus einer ebenfalls angenommenen Trocknungstemperatur von 65 °C und der an den Trotec-Ventilatoren gemessenen Ausblastemperaturen lässt sich eine mögliche Heizölsparsnis für die fiktive Darrgröße von 16 m² in % berechnen. (Abb. 4.13).

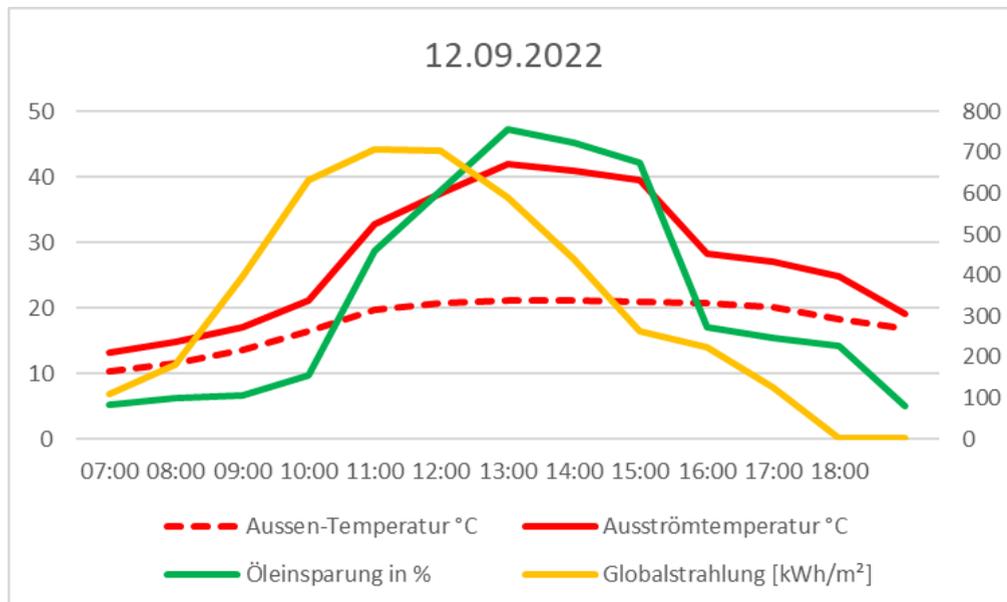


Abb. 4.13: Berechnete Heizölsparnis über den Tagesverlauf

In Abb. 4.13 ist gut zu erkennen, wie sich eine mögliche Heizölsparnis in Abhängigkeit von Globalstrahlung und Außentemperatur verändert.

Da in der Praxis die Trocknungszeit an einem Erntetag meist von 6.00 Uhr bis 22.00 Uhr dauert und in den Morgen- und Abendstunden die solare Erwärmung nicht genutzt werden kann, relativiert sich die Heizölsparnis dementsprechend. In nachfolgender Grafik ist eine mögliche Heizölsparnis bei den o.g. genannten Annahmen über diesen Tageszeitraum für verschiedene Tage der Ernte 2022 dargestellt.

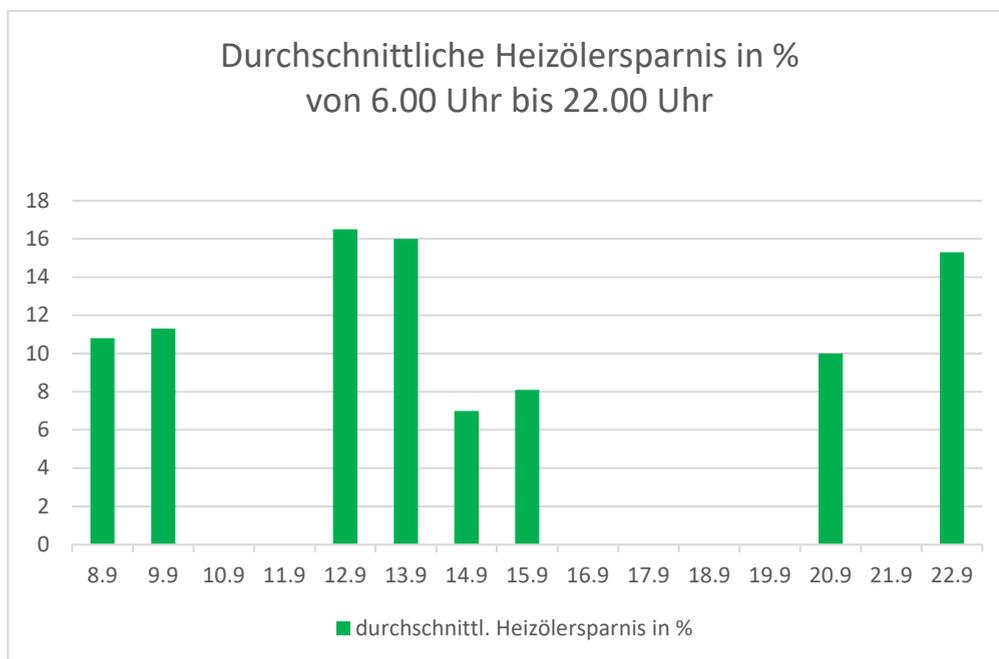


Abb. 4.14: Berechnete Heizölsparnis über einen täglichen Trocknungszeitraum an verschiedenen Tagen der Ernte 2022

Die Abbildung zeigt, dass eine mögliche Heizölsparsnis sehr stark von den äußeren Witterungsbedingungen abhängig ist und im Versuchszeitraum 2022 an den ausgewerteten Tagen von hochgerechnet 7 % bis 16 % geschwankt hat. Je höher die Globalstrahlung bei gleichzeitig niedrigen Außenlufttemperaturen, desto höher wird die zu erwartende Heizölsparsnis sein. Die absolute Menge der Heizölsparsnis kann nur im Pilotbetrieb ermittelt werden und wird zudem von der Dimensionierung des Folientunnels und somit nutzbaren Luftvolumens beeinflusst.

Ob die Nutzung solarerwärmter Luft in Folientunneln zur Energieeinsparung bei der Hopfentrocknung wirtschaftlich interessant ist, hängt abgesehen von den Witterungsbedingungen auch von den Investitionskosten und der sonstigen Nutzung des Folientunnels außerhalb des Zeitfensters der Hopfentrocknung ab.

4.6 Optimierung der Trocknungsabläufe in Bandtrocknern

Ein Forschungsschwerpunkt in der Produktionstechnik des Hopfenanbaus ist die Optimierung der Trocknungsabläufe bei Bandtrocknern. So konnten auch für die Trocknung von Hopfen in Bandtrocknern in den letzten Jahren viele neue Erkenntnisse erforscht und gewonnen werden.

Grundsätzliche Zusammenhänge bei der Trocknungsoptimierung sind in der LfL-Informationsschrift „Trocknung und Konditionierung von Hopfen“ beschrieben und auf der LfL-Hopfenseite zur Ansicht oder zum Download verfügbar.

www.lfl.bayern.de/publikationen/informationen/252689/



Nachfolgend werden technische Umrüstungen und Neuerungen beim Bandtrockner aufgezeigt, welche wesentlich zur Optimierung der Trocknungsabläufe beitragen.

Verbesserung der Luftverteilung

Für eine optimale Trocknung mit hohen Trocknungsleistungen ist eine gleichmäßige Anströmung der Trocknungsluft über die gesamte Trocknungsfläche erforderlich. Möglich wird das durch Umrüstung der bisherigen Luftverteilsysteme mit ursprünglich quer zur Bandlaufrichtung einströmender Luft, auf eine Luftverteilung mit einem in Bandlaufrichtung umgelenkten Luftstrom. In der Praxis wird dies technisch umgesetzt über eine Kombination aus Verteil- und Glättungsgittern oder speziell für den Bandtrockner konzipierte Modulkassetten. Dabei wird die seitlich einströmende Trocknungsluft über die gesamte Bandbreite um 90° in Bandlaufrichtung umgelenkt. Ergebnisse und Erfahrungen aus der Praxis bestätigen, dass durch die verbesserten Luftverteilsysteme höhere Trocknungsleistungen bei gleichzeitig homogenerer Trocknung erzielt werden. Begründet ist dies vor allem darin, dass der Hopfen auch bei unterschiedlichen Luftgeschwindigkeiten über die gesamte Trocknungsfläche bis zu den Seitenrändern gleichmäßig angeströmt wird.

Beladung des oberen Trocknungsbandes mit Grünhopfen

Für eine ordnungsgemäße Trocknung muss der Bandtrockner über die gesamte Bandbreite gleichmäßig mit Grünhopfen beschickt werden. Bei den meisten Bandtrocknern erfolgt dies derzeit über ein Auftragsband. Grundvoraussetzung hierfür ist die gleichmäßige Beladung mit gleicher Schüttdichte und -höhe bis zu den Seitenrändern.

In der Praxis erweist sich bei Umrüstungen oder Neubau von Bandtrocknern der Einbau eines schräg gestellten, querlaufendes Befüll-Bandes als Vorteil, welches unmittelbar über dem oberen Trocknungsband angeordnet ist.

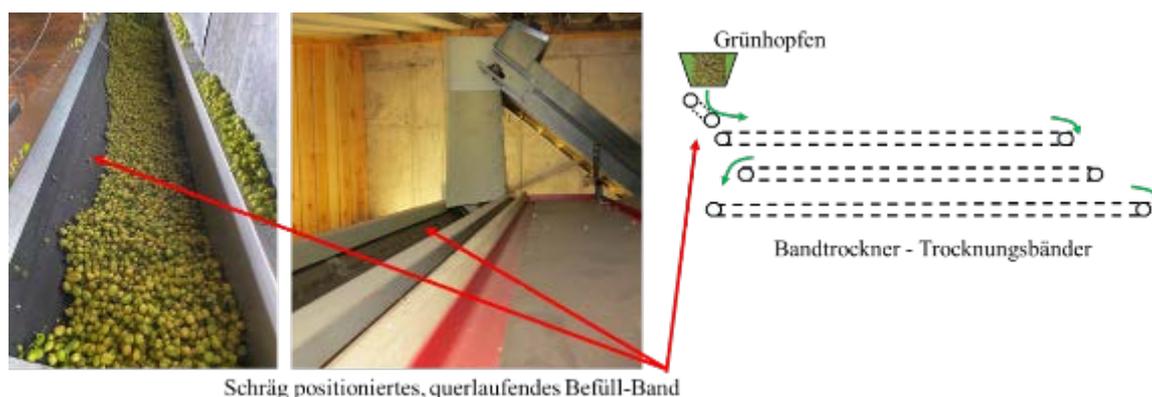


Abb. 4.15: Schräg gestelltes, quer laufendes Auftragsband zur Beschickung des Bandtrockners mit Grünhopfen

Diese Art der Befüllung gewährleistet eine lockere Ablage des Hopfens ohne Schüttkegel und Dichtlagerungen. Eine kontinuierliche homogene Beladung des oberen Trocknungsbandes ist wiederum eine wesentliche Voraussetzung für eine gleichmäßige Trocknung mit einem der installierten Gebläse-Leistung angepassten Durchsatz. Zudem ist dieses Befüll-System platzsparend, da die Fläche für ein separates Auftragsband entfällt.

Wärmerückgewinnung

Aufgrund der steigenden Energiepreise werden Wärmerückgewinnungsanlagen wirtschaftlich immer interessanter. Dabei wird die warme Abluft aus der Trocknung über Platten- oder Kreuzstromwärmetauscher zum Anwärmen der Ansaugluft genutzt. Im Kreuzstromverfahren wird mittels Gebläse die Abluft aus der Trocknung über einen Wärmetauscher ins Freie gedrückt, während gleichzeitig vom Warmluft erzeuger kühlere Luft in Gegenrichtung angesaugt wird. Je höher die Temperaturdifferenz zwischen Abluft und Ansaugluft ist, desto höher ist die Erwärmung und desto effizienter arbeitet eine entsprechende Anlage. Dokumentationen und Auswertungen von Trocknungsprotokollen belegen ein mögliches Einsparpotential an thermischer Energie von ca. 20-30 % durch derartige Wärmerückgewinnungssysteme.

Erweiterung der Trocknungsfläche durch eine Vortrocknung

Immer öfter werden in der Praxis bestehende Bandtrockner mit einer Vortrocknung in Form eines Einbandtrockners erweitert, mit dem Ziel die Durchsatzleistung zu erhöhen. Dabei entspricht die Trocknungsfläche der Vortrocknung 25-50 % der Grundfläche des Haupttrockners.

Bei der Trocknung des Hopfens wird im ersten Trocknungsabschnitt zuerst das freie Wasser von den Doldenoberflächen über die Trocknungsluft abgeführt. In diesem Trocknungsabschnitt hat die Luftgeschwindigkeit einen größeren Einfluss auf die Trocknungsgeschwindigkeit als die Trocknungstemperatur. Deshalb eignet sich hier bereits die vorgewärmte Luft aus der Wärmerückgewinnung, deren Temperatur zusätzlich bei Bedarf mit erwärmter Luft über einen Lufterhitzer erhöht werden kann.

Entscheidend dabei ist, dass die vorgewärmten Dolden am Ende der Vortrocknung möglichst ohne Abkühlung unmittelbar in die Haupttrocknung gelangen, damit der Trocknungsprozess nicht unterbrochen wird und keine Qualitätsverluste aufgrund von Kondensation entstehen können.

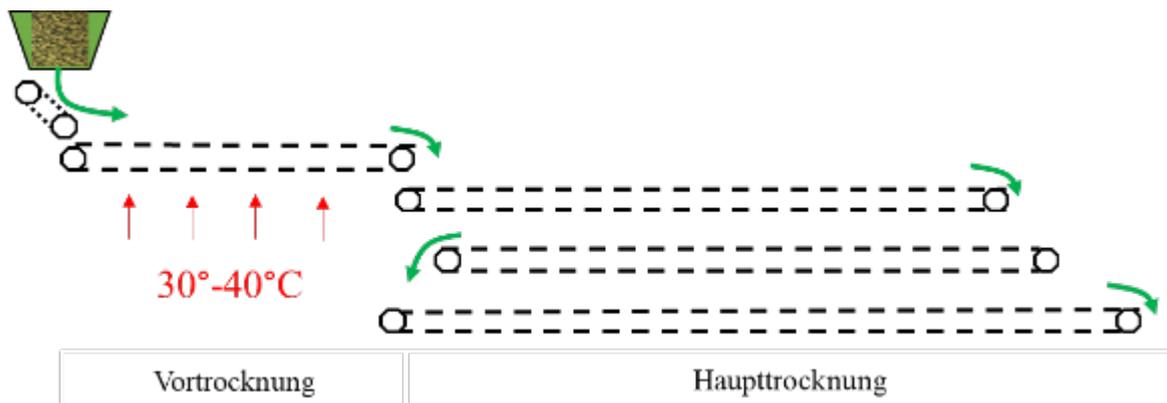


Abb. 4.16: Schematische Darstellung der Vortrocknung in Bandtrocknern

4.7 Testung verschiedener Materialien als Ersatz für die Kunststoffkordel am „Schnurdraht“

Hintergrund

In der Hallertau wird jährlich auf annähernd der Hälfte der Hopfenanbaufläche Aufleitdraht mit einem Kunststoffschnurende am Hopfengerüst angebracht. Hintergrund der Kunststoffschnur aus Polypropylen (PP) am oberen Ende des Drahtes ist die Minimierung der Fallreben bei Wind- und Sturmereignissen. Die flexible Schnur scheuert dabei im Vergleich zum Draht nicht am Gerüst, bildet keine mögliche Bruchstelle und bleibt stabiler. Die Schnüre reißen bei der Ernte in der Regel nicht mit ab und verbleiben über die Jahre an der Gerüstanlage. Die UV-Strahlung der Sonne kann aber den Kunststoff nach mehreren Jahren porös werden lassen, sodass im Laufe der Zeit ein Eintrag von Kunststoffresten in den Boden nicht auszuschließen ist. Um dies zu verhindern, wurden im Jahr 2022 Versuche zur Testung verschiedener Materialien als Ersatz für die Kunststoffkordel am „Schnurdraht“ an zwei Standorten durchgeführt.

Methodik

Die Versuchsstandorte befanden sich in der nördlichen Hallertau bei Ilmendorf und Forchheim. Um anspruchsvolle Bedingungen zu generieren waren beide Hopfenflächen von der Hauptwindrichtung Westen her offen und mit der Sorte *Herkules* bepflanzt. Die Aufleitdrähte mit den verschiedenen Versuchsvarianten wurden praxisüblich im zeitigen Frühjahr aufgehängt. Dabei wurden immer die beiden Stacheldrähte eines Bifangs mit je einer Variante aufgehängt.

Zur Verwendung kamen verschiedene nicht-synthetische Materialien, die von verschiedenen Herstellern zur Verfügung gestellt wurden. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit der getesteten Materialien konnten nicht alle Varianten über die komplette Länge des Hopfengartens aufgehängt werden. So kamen bei einigen Varianten nur insgesamt 100 Schnurdrähte zum Einsatz. Da von einzelnen Materialien nur Garnrollen zur Verfügung standen, mussten die Schnurkordeln händisch an die Eisendrähte geknüpft werden, bevor das Aufleitmaterial am Stacheldraht angebracht werden konnte.

Als Alternativen zur Kunststoffschnur kamen zum Einsatz:

- Schnüre aus Polylactide (PLA) oder Polymilchsäuren zweier Hersteller und unterschiedlichen Stärken
- Zellulose-Schnur

Als Referenz wurden im Versuch folgende praxisüblichen Materialien eingesetzt:

- 12 mm Kunststoffschnur-Draht verschiedener Hersteller
- 13 mm Eisendraht

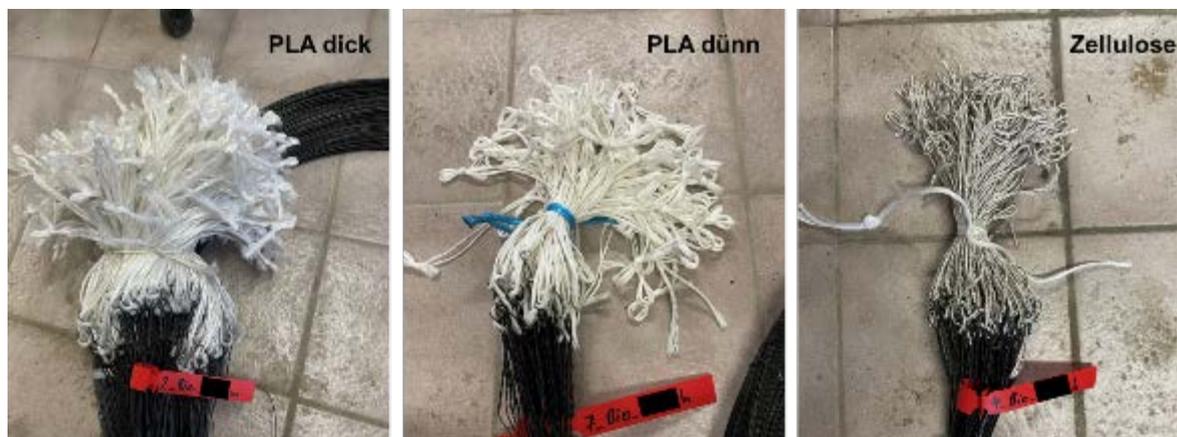


Abb. 4.17: Verschiedene Materialien als Ersatz für die Kunststoffkordel am „Schnurdraht“

Während der Befestigung der Aufleitdrähte wurde der Umgang mit den jeweiligen Materialien beurteilt und bis zur Ernte hin die Versuchsfläche auf Fallreben kontrolliert.

Ergebnisse

In nachfolgender Tabelle sind die verwendeten Materialien, ihre Handhabung und die Anzahl der ermittelten Fallreben an beiden Standorten dargestellt:

Tab. 4.4: Übersicht der Varianten, Art der Knüpfung, Handling und Zahl der Fallreben

Nr	Variante/Material	Hersteller	Knüpfung	Handling	Bemerkung	Standort Forchheim		Standort Ilmendorf	
						Gesamtzahl Drähte	davon Fallreben	Gesamtzahl Drähte	davon Fallreben
1	Kunststoffschnurdraht (Referenz)	A	maschinell	+++	normale Kunststoffschnur	320	0	270	0
2	biolog. Schnurdraht dick aus PLA	A	maschinell	++	dicker als Kunststoff	320	0	270	0
3	biolog. Schnurdraht dick aus PLA	A	händisch	++	dicker als Kunststoff	100	0	100	0
4	biolog. Schnurdraht aus Zellulose	B	händisch	---	fehlende Eigenstabilität (Verknoten)	100	0	100	1
5	Kunststoffschnurdraht (Referenz)	C	maschinell	+++	normale Kunststoffschnur	320	0	270	0
6	biolog. Schnurdraht dick aus PLA	C	händisch	++	dicker als Kunststoff	100	0	100	0
7	biolog. Schnurdraht dünn aus PLA	C	händisch	o	etwas klebrig	100	1	100	0
8	Eisendraht 13mm (Referenz)	C	-	+++	normaler Eisendraht	320	0	270	0

Wie der Tab. 4.4 entnommen werden kann, waren die in der Praxis derzeit etablierten Kunststoffschnüre und der Eisendraht (Variante 1, 5 und 8) am einfachsten zu handhaben. Nur etwas schlechter schnitten dabei die etwas dickeren PLA-Schnüre (Variante 2, 3 und 6) ab, weshalb ein praktischer Einsatz hinsichtlich des Handlings durchaus vorstellbar wäre. Die dünnere PLA-Schnur (Variante 7) wurde aufgrund ihrer klebrigen Oberfläche nur mittelmäßig in der Handhabung eingestuft. Die Zellulose-Schnur (Variante 4) erwies sich im Einsatz aufgrund ihrer fehlenden Steifigkeit nicht als praxistauglich, da die Schnüre sich bereits im Stapel stark verknoten und das Knüpfen am Stacheldraht deutlich schwerer fällt.

Fallreben gab es am Standort Forchheim nur eine bei Variante 7 (PLA-Schnur dünn) und am Standort Ilmendorf ebenso nur eine bei Variante 4 (Zellulose-Schnur). Die geringe Anzahl der aufgehängten Reben je Variante lässt jedoch noch keine abschließende Aussage über die Reißfestigkeit der Materialien zu, da ein anzustrebender Wert für die maximale Rate an Fallreben etwa bei unter 0,1 % der aufgehängten Drähte läge. Trotzdem lässt sich sagen, dass aufgrund des schlechten Handlings der Variante 4 aus Zellulose und des mittleren Handlings bei Variante 7 aus PLA diese beiden Materialien - auch unter Berücksichtigung der Fallreben - nicht als praxistauglich erscheinen.

Die dickeren PLA-Schnüre, die bereits jetzt schon maschinell geknüpft werden können, scheinen zwar die notwendigen physikalische Eigenschaften als Ersatz für die Kunststoffkordel am Schnurdraht zu besitzen. Theoretisch sind diese Bio-Kunststoffschnüre biologisch abbaubar, jedoch erst bei Temperaturen von über 55°C. Wenn die Schnüre nach gewisser Zeit vom Drahtgerüst fallen, werden diese im Boden folglich nicht zersetzt.

Für eine konkurrenzfähige und nachhaltige Lösung sollte für ein Alternativprodukt die Reißfestigkeit, die einfache Handhabung und die Abbaubarkeit im Boden gegeben sein. Aus diesem Grund werden die Versuchsarbeiten im Jahr 2023 fortgesetzt und weitere vielversprechende Alternativen getestet.

4.8 LfL-Projekte im Rahmen der Produktions- und Qualitätsinitiative

Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft lässt im Zeitraum von 2019-2023 im Rahmen einer Produktions- und Qualitätsoffensive für die Landwirtschaft in Bayern repräsentative Ertrags- und Qualitätsdaten ausgewählter landwirtschaftlicher Kulturen erheben, erfassen und auswerten. Für den IPZ-Arbeitsbereich Hopfen führte diese Tätigkeiten der Verbundpartner Hopfenring e.V. durch. Nachfolgend werden die Zielsetzungen der Hopfenprojekte kurz beschrieben und die Ergebnisse für 2022 zusammengefasst.

4.8.1 TS- und Alphasäurenmonitoring

In der Zeit vom 16.08. - 27.09.2022 wurden – über die Hallertau verteilt – von den Hopfensorten Hallertauer Mfr., Hallertauer Tradition, Perle, Hersbrucker Spät, Hallertauer Magnum und Herkules an mehreren Terminen (Aromasorten 5 und Bittersorten 7) 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.

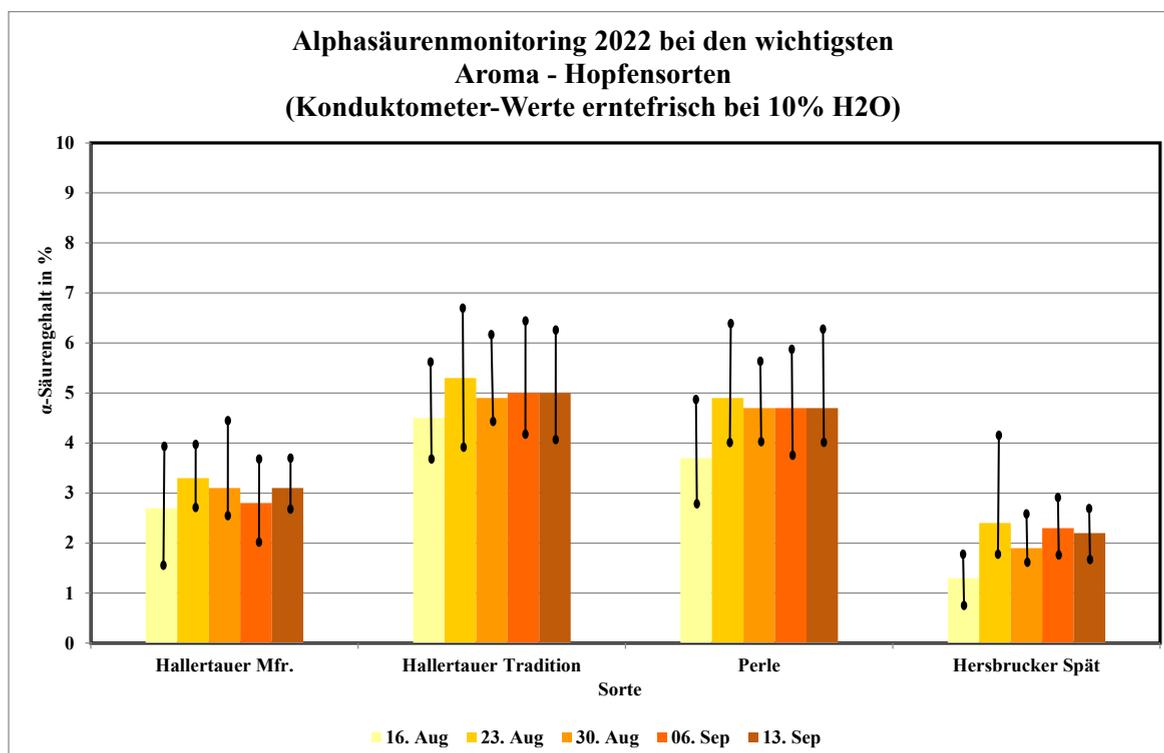


Abb. 4.18: Monitoring zur Entwicklung der Alphasäuregehalte 2022 bei den wichtigsten Aromasorten

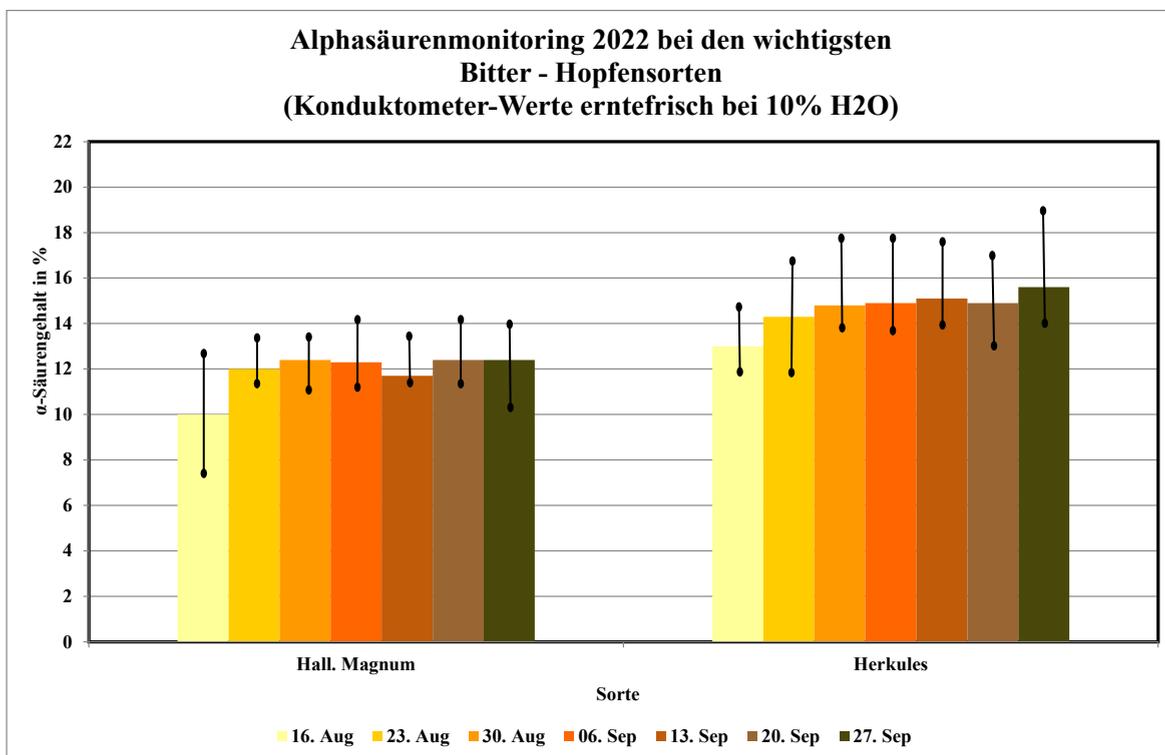


Abb. 4.19: Monitoring zur Entwicklung der Alphasäuregehalte 2022 bei den Hochalphasorten

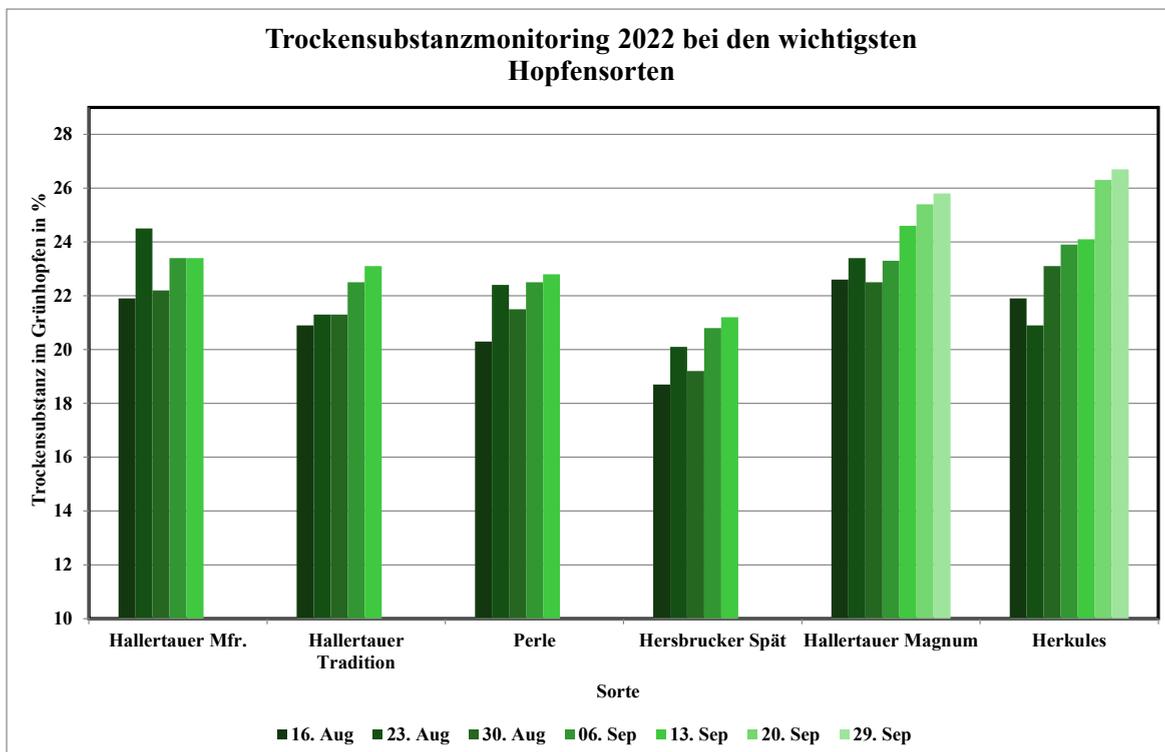


Abb. 4.20: Monitoring zur Entwicklung der Trockensubstanzgehalte 2022 der wichtigsten Hopfensorten

In einer grafisch aufbereiteten Übersicht wird ein Vergleich der Daten der Jahre 2021, 2022 sowie dem Durchschnitt der letzten 6 Jahre abhängig von den gestaffelten Erntezeitpunkten dargestellt.

Dadurch kann das Alphasäurenniveau der einzelnen Sorten im Vergleich zu den Vorjahren besser beurteilt werden. Den nachfolgenden Abbildungen kann man entnehmen, dass die Alphasäuregehalte ein enttäuschendes Bild abgaben. Die Sorten schwankten in den Werten zwischen den beernteten Standorten extrem und die Werte waren insgesamt auf dem niedrigsten Niveau seit Einführung des Monitorings im Jahr 2014.

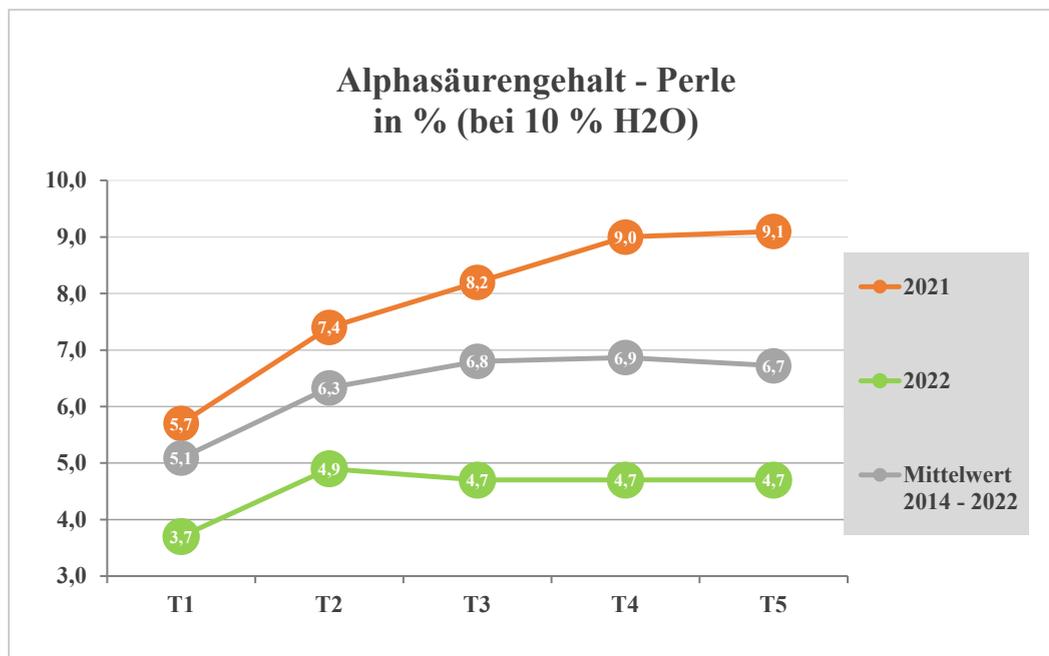


Abb. 4.21: Entwicklung der Alphasäuregehalte im Monitoring bei der Sorte Perle im Vergleich zu den Vorjahren

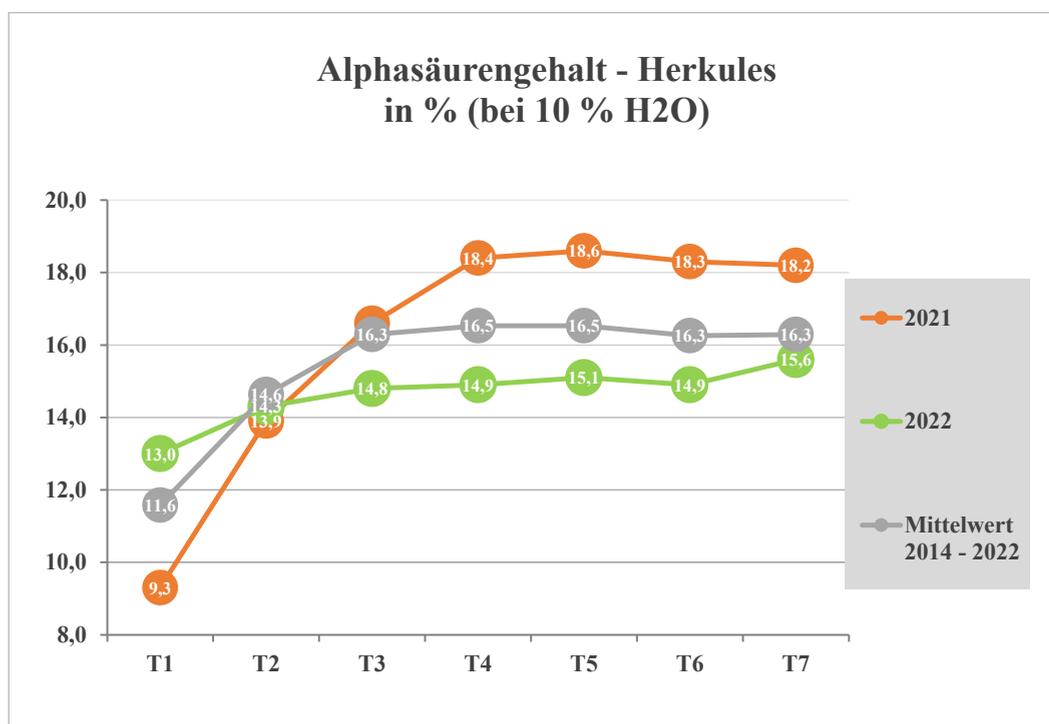


Abb. 4.22: Entwicklung der Alphasäuregehalte im Monitoring bei der Sorte Herkules im Vergleich zu den Vorjahren

4.8.2 Jährliche Erhebung und Untersuchung des Schädlingbefalls in repräsentativen Hopfengärten in Bayern

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

Dazu wurden in der Zeit vom 23. Mai bis 8. August 2022 an 12 Terminen im wöchentlichen Abstand Bonituren in 33 repräsentativen Hopfengärten (davon 3 Biohopfengärten) mit verschiedenen Sorten in der Hallertau (23), Spalt (7) 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.

Einen Überblick über den Verlauf des Spinnmilben-Befallsindex ist in der folgenden Abbildung exemplarisch dargestellt. Durch die warme Frühjahrswitterung im Jahr 2022 konnten die ersten Spinnmilben zu einem relativ frühen Zeitpunkt gefunden werden und der Befall entwickelte sich ähnlich rasant wie im Jahr 2020. Allerdings stieg der Spinnmilbenbefalls anders als 2020 stetig an, sodass schon zur Kalenderwoche 24 die Bekämpfungsschwelle auf zahlreichen Flächen überschritten wurde. Die nachfolgenden Bekämpfungsmaßnahmen führen zu einem Rückgang des Befallsindex im Monitoring. Eine Besonderheit im Jahr 2022 war der erneute Anstieg des Befallsindex ab Kalenderwoche 29, was zur Folge hatte, dass ein Antrag auf Notfallzulassung im Pflanzenschutz gestellt werden musste.

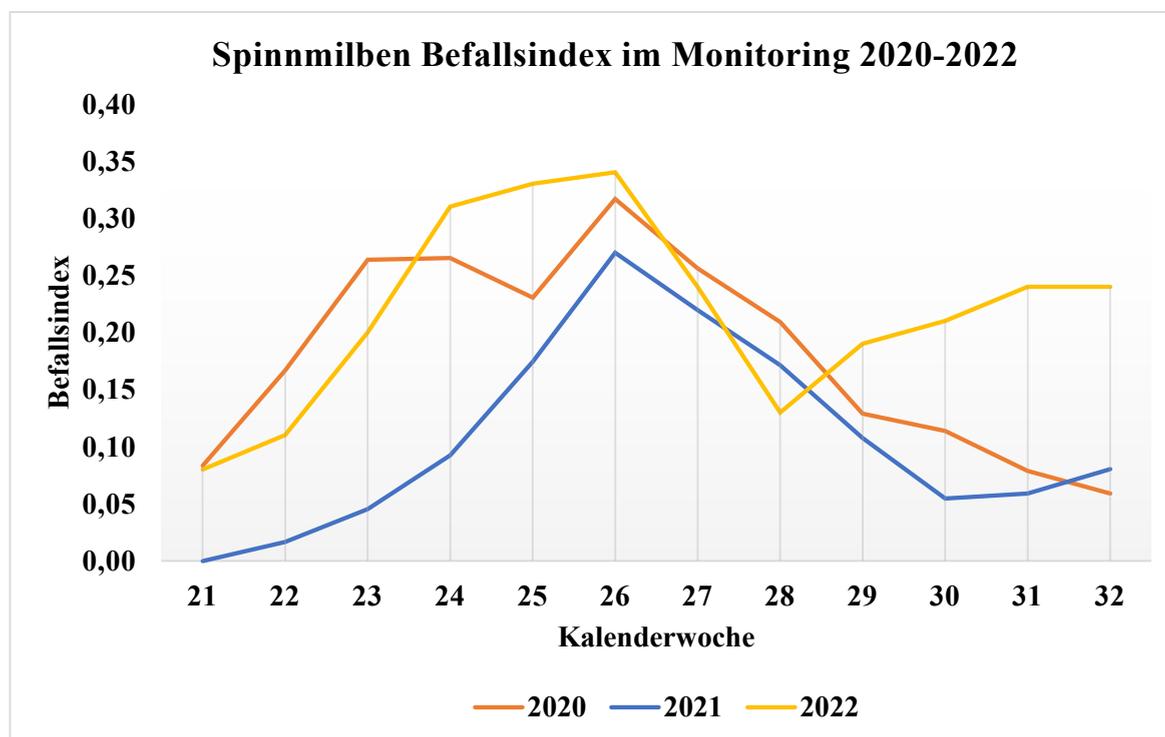


Abb. 4.23: Verlauf des Spinnmilben-Befallsindex als Mittelwert über alle 33 Monitoringstandorte

4.8.3 Chlorophyllmessungen an Hopfenblättern zur Einschätzung der Stickstoffversorgung und des Düngebedarfs

Zielsetzung

Die Vorgaben und Einschränkungen der neuen Düngeverordnung stellen die Hopfenbaubetriebe vor große Herausforderungen. Zum einen gilt es, das Ertragsniveau des Hopfens zu erhalten und optimale Qualitäten zu erzielen, zum anderen sind die Ziele des Gewässerschutzes konsequent zu verfolgen. In Bezug auf die Stickstoffdüngung bedeutet das, dass der Stickstoff noch mehr bedarfsgerecht, gezielt und nährstoffeffizient verabreicht werden muss. Da die Hauptstickstoffaufnahme des Hopfens im Juni und Juli ist, kommt es vor, dass bei trockener Witterung gedüngter Stickstoff entweder nicht gelöst oder bei feuchten Bodenverhältnissen organisch gebundener Stickstoff im Boden mineralisiert wird. Das Stickstoffangebot im Boden und noch notwendige Düngergaben sind unter diesen Bedingungen schwer abzuschätzen. Regelmäßige Blattuntersuchungen an unterschiedlichen Standorten und Sorten sollen Aufschluss über den Ernährungszustand der Hopfenpflanzen geben und zur bedarfsgerechten Düngeberatung beitragen.

Methodik

In der Zeit von Ende Mai bis Mitte August wurden an 10 Terminen im wöchentlichen Abstand Chlorophyllmessungen mit dem SPAD-Meter („soil plant analysis development“) (SPAD-502 plus) an Hopfenblättern von 2 Hopfensorten an 2 verschiedenen Standorten in der Hallertau durchgeführt. Für repräsentative Aussagen erfolgten je Termin in 4 Wiederholungen je 20 Einzelmessungen an Blättern auf einer Höhe von ca. 1,6 m. Um eine Aussage zum tatsächlichen N-Versorgungszustand zu erhalten, werden die 20 gemessenen Blätter abgetrennt, gesammelt, getrocknet und zusammen auf Gesamt-N-Gehalt (Dumas-Methode) untersucht. Je Sorte und Standort werden für jede Höhe die SPAD-Werte einzeln dargestellt und ein Mittelwert errechnet. Somit kann anschließend mit linearen Regressionsmodellen die Beziehung zwischen gemessenen Chlorophyllwerten und tatsächlichen N-Gehalten untersucht werden.

2019 konnte das Chlorophyllmessgerät auf diese Weise N-Versorgungsunterschiede in einem Mineraldüngeversuch klar identifizieren (Jahresbericht 2019).

Im Versuchsjahr 2020 und 2021 wurden die Messungen in Feldversuchen des Projektes „Versuche zur Kompostierung und Verwertung von Hopfenrebenhäcksel“ durchgeführt und getestet, ob das Analysengerät die N-Versorgungsunterschiede erkennen kann, die unter anderem durch die Düngung mit Hopfenrebenhäcksel hervorgerufen wurden. Anfangs konnten nur geringere, aber ab Mitte Juni größere Unterschiede in der Stickstoffversorgung mithilfe des SPAD-Meters zwischen den Varianten erkannt werden. Auch der Zusammenhang zwischen SPAD-Meter-Wert und den tatsächlichen N-Gehalten in den Blattspreiten konnte durch lineare Regressionsmodelle bestätigt werden (Jahresbericht 2020 und 2021).

Im Versuchsjahr 2022 wurde in 2 Zuchtgärten anhand von 10 Hopfensorten überprüft, ob es bei den SPAD-Meter-Werten Sortenunterschiede bei gleichem Standort und gleicher N-Versorgung gibt.

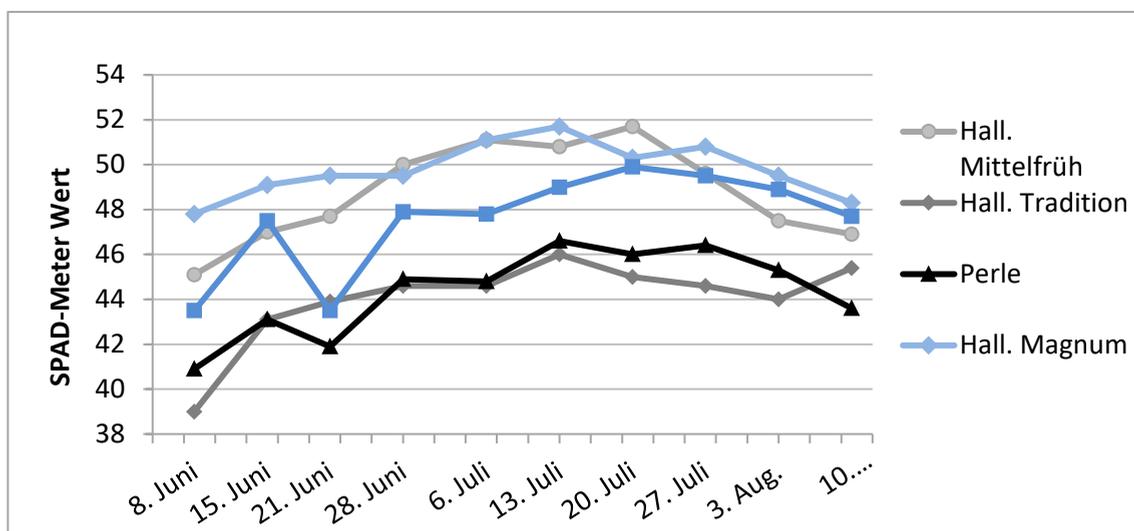


Abb. 4.24: SPAD-Meter Werte im Jahresverlauf 2022 am Standort Stadelhof über 10 Termine hinweg von 5 Hopfensorten

Wie in Abb. 4.24 zu erkennen ist liegen zwischen den Hopfensorten auch bei gleichem Stickstoffangebot deutliche Unterschiede in den SPAD-Meterwerten an den einzelnen Terminen vor. Im Mittel über alle Termine hinweg lag die Differenz. von Hall. Magnum und Perle zum Beispiel bei einem SPAD-Wert von 5,4. Es ist davon auszugehen, dass sortenbedingte Unterschiede in der Blattfarbe (Hall. Magnum deutlich dunkler als Perle) die SPAD-Meter-Messung ohne Zusammenhang mit der Stickstoffversorgung beeinflussen. Wie vergangene Untersuchungen zeigten, kann einer Differenz im SPAD-Wert von 5,4 Punkten bei der gleichen Sorte eine deutliche N-Mangelversorgung zugrunde liegen. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass bei der Anwendung des SPAD-Meters im Hopfen die Werte sortenspezifisch betrachtet werden müssen.

Wenn man zusätzlich Abb. 4.25 unten betrachtet, ist festzustellen, dass trotz der wesentlich höheren SPAD-Meter-Werte von Hall. Mittelfrüh im Vergleich zu Perle und Hall. Tradition (Abb. 4.24 oben) die Stickstoffgehalte der Blattspreiten bei Hall. Mittelfrüh über alle Termine hinweg deutlich niedriger lagen. Dies bestätigt, dass der SPAD-Meterwert unabhängig vom N-Versorgungszustand sortenbedingt stark differenzieren kann.

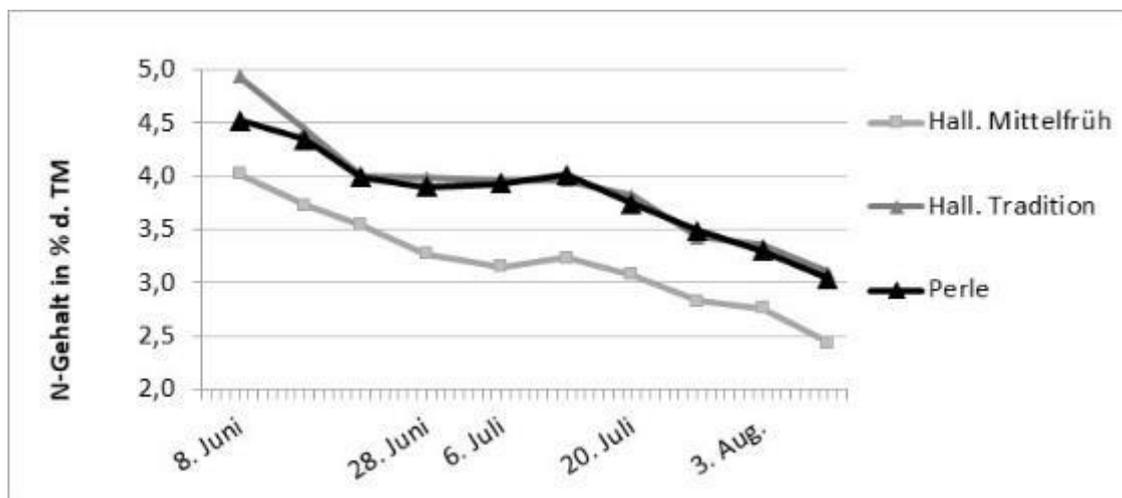


Abb. 4.25: Stickstoffgehalt in % d. TM. in der Blattspreite 2022 am Standort Stadelhof über 10 Termine hinweg von 3 Hopfensorten

4.8.4 Ringanalysen zur Qualitätssicherung bei der Alphasäurenbestimmung für Hopfenlieferverträge

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 Analyseergebnisse 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 insgesamt 60 zufällig ausgewählten Hopfenpartien an 9-10 Terminen in der Hallertau durchzuführen und dem Labor der LfL in Hüll bereitzustellen.

4.9 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 Verbundberatung und die Praxis aufzubereiten und so den Hopfenpflanzern direkt z. B. durch Spezialberatungen, Unterricht, Arbeitskreise, Schulungen, Seminare, Vorträge, Printmedien und über das Internet zur Verfügung zu stellen. Die Organisation und Durchführung des Peronospora-Warndienstes 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:

4.9.1 Informationen in schriftlicher Form

- Das „Grüne Heft“ Hopfen 2022 – 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 2 000 Stück von der LfL an die ÄELF und Forschungseinrichtungen und vom Hopfenring Hallertau an die Hopfenpflanzer verteilt.
- Über das Ringfax des Hopfenrings (2022: 64 Faxe in der Hallertau, Spalt und Hersbruck ca. 1000 Abonnenten) wurden in 33 Faxen aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstaufrufe der LfL an die Hopfenpflanzer verschickt.
- In einem ER-Rundschreiben des Hopfenrings, 5 Monatsausgaben der Hopfen-Rundschau und 1 Artikel in der Hopfenrundschau international wurden Beratungshinweise und Fachbeiträge für die Hopfenpflanzer und Brauwirtschaft veröffentlicht.

4.9.2 Internet und Intranet

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

4.9.3 Telefonberatung, Ansagedienste

- Der Peronospora-Warndienst wurde in der Zeit vom 10.05. - 29.08.2022 von der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik in Wolnzach durchgeführt und Warn-diensthinweise zur Abfrage über den Anrufbeantworter (Tel. 08161 8640 2460) oder das Internet 76mal aktualisiert.
- Zu Spezialfragen des Hopfenbaus erteilten die Fachberater der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik in ca. 1 200 Fällen telefonische Auskunft oder führten Beratungen in Einzelgesprächen oder vor Ort durch.

4.9.4 Aus- und Fortbildung

- Prüfung von 3 Arbeitsprojekten im Rahmen der Meisterprüfung
- 11 Unterrichtsstunden an der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen für die Studierenden im Fach Hopfenbau
- 2 Schultage des Sommersemesters der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen
- 1 Informationsveranstaltung für Berufsschüler von Pfaffenhofen
- 1 Treffen des Arbeitskreises „Unternehmensführung Hopfen“

5 Pflanzenschutz im Hopfen

Simon Euringer, M.Sc. Agrarmanagement

5.1 Schädlinge und Krankheiten des Hopfens

5.1.1 Peronospora Warndienst 2022

Im Anbaujahr 2022 waren insgesamt drei Spritzaufufe gegen die Peronospora Sekundärinfektion notwendig. Zwei der drei Spritzaufufe waren für alle Sorten, der Spritzaufuf am 1. Juli 2022 lediglich für anfällige Sorten.

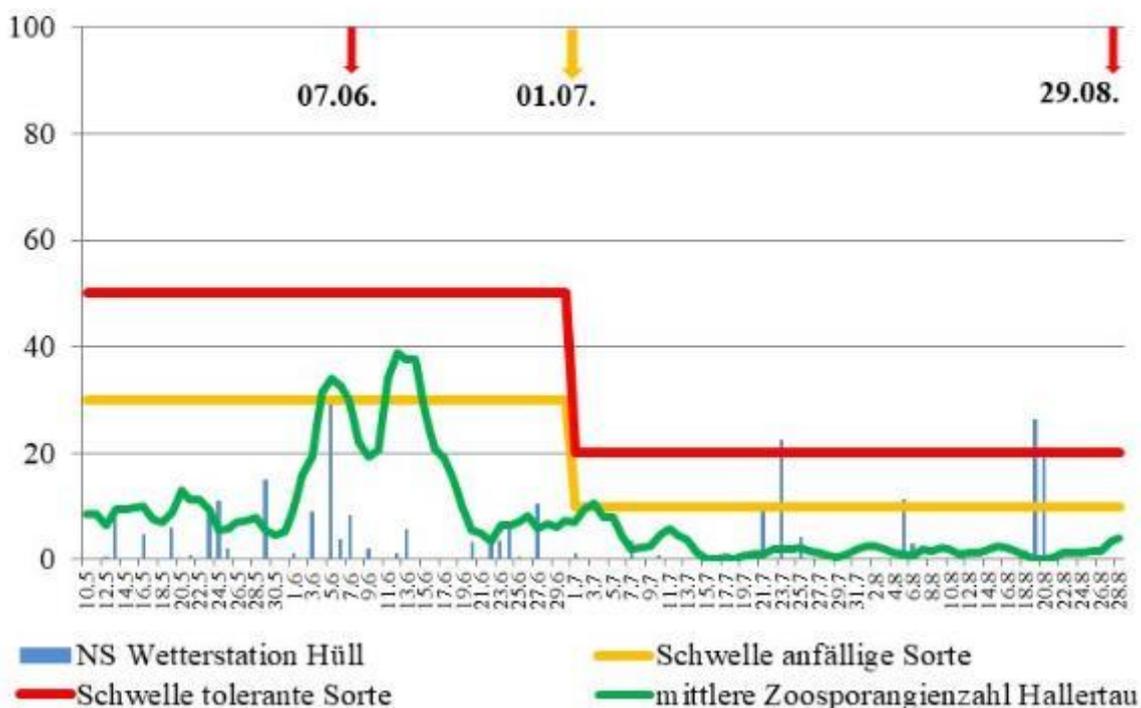


Abb. 5.1: Darstellung des Peronospora-Warndienst 2022 (Mittlere Zoosporangienzahl Hallertau (4-Tagessumme, 5 Orte) und Bekämpfungsaufufe), Quelle IPZ 5a

5.1.2 Zuflug der Aphisfliege 2022

Beim Aphisfliegenzuflug im Anbaujahr 2022 am Standort Siegertszell wurde am 2. Juni 2022 eine Stoppspritzung durchgeführt, sodass in der folgenden Grafik nicht der volle Zuflug von 2022 dargestellt werden kann. Im Jahr 2022 begann der Zuflug der Aphisfliegen zwischen dem 9. und 12. Mai 2022 und war verglichen zu den Vorjahren relativ hoch.

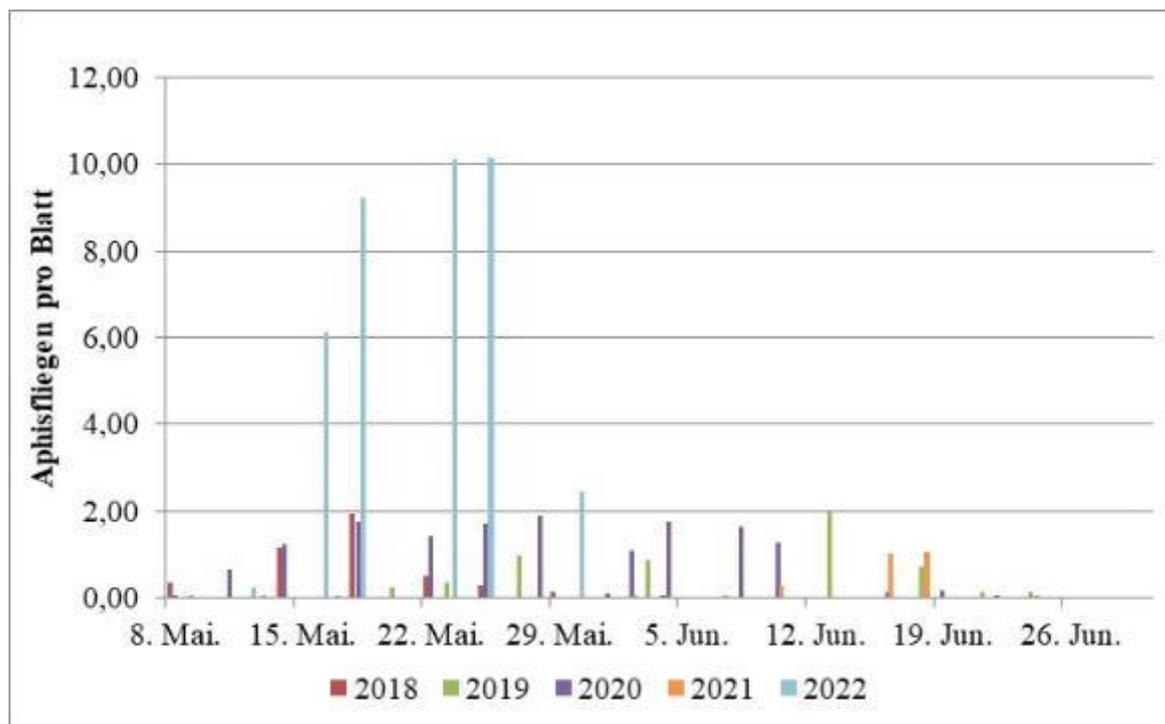


Abb. 5.2: Zuflug der Aphisfliege am Standort Siegertszell der Jahre 2018 – 2022

5.2 Amtliche Mittelprüfung

Leitung: S. Euringer

Bearbeitung: R. Obster, A. Baumgartner, M. Felsl, K. Kaindl,
K. Lutz, M. Mühlbauer, J. Weiher

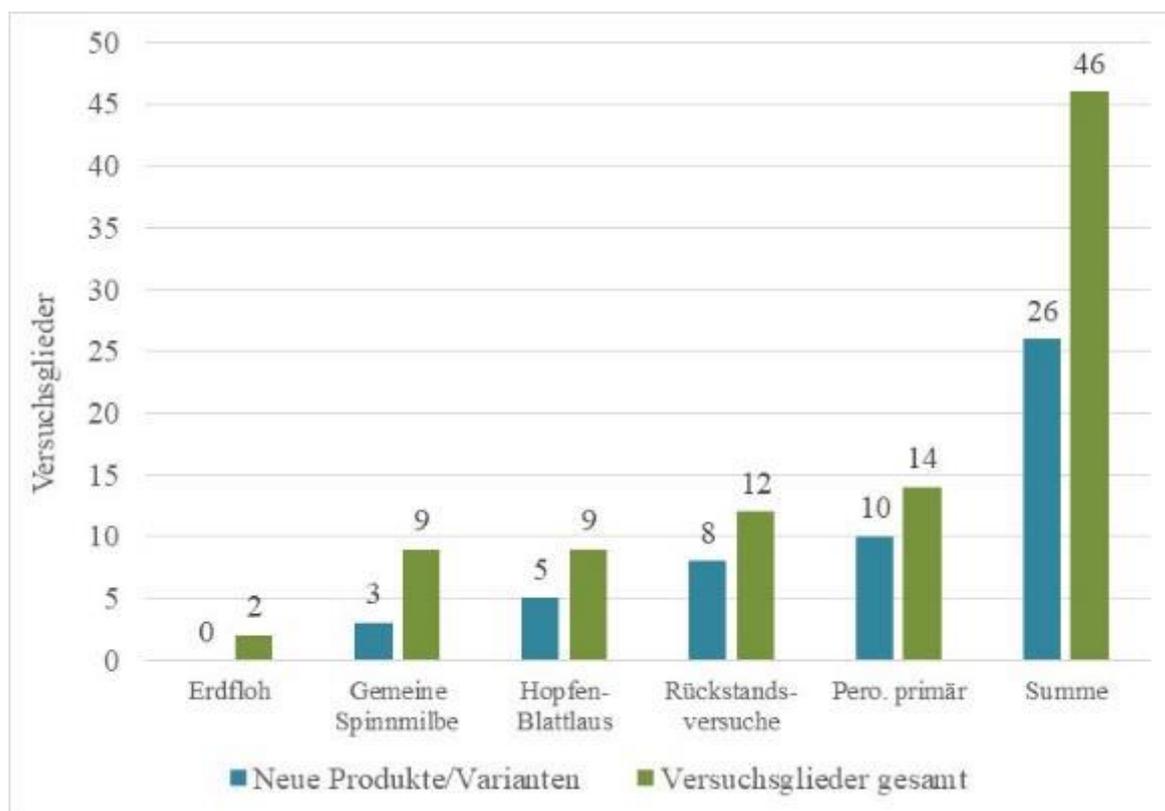


Abb. 5.3: GEP-Versuche der Amtlichen Mittelprüfung 2022

Im Versuchsjahr 2022 wurden in der Amtlichen Mittelprüfung zehn Versuche nach GEP-Norm durchgeführt.

Im Weiteren wurden drei nicht GEP konforme Rückstandsversuche (Floupicolide, Folpet, Captan) im Freiland, ein Gewächshausversuch zum Echten Mehltau und ein Tastversuch zur Herbstanwendung von Herbiziden durchgeführt.

Bei den GEP-Versuchen wurden 5 Indikationen abgedeckt. Insgesamt wurden somit auf ca. 13 ha 26 neue Produkte oder Kombinationen in 46 Versuchsgliedern geprüft.

5.3 Anlage eines Versuchsgartens für Wirksamkeitsversuche von Pflanzenschutzmitteln

Für zukünftige Wirksamkeitsversuche der Amtlichen Mittelprüfung wurde im Jahr 2021 ein Versuchshopfengarten angelegt. Dieser soll dazu dienen, frühzeitig bei der Entwicklung von Pflanzenschutzmitteln zu unterstützen und so eine schnelle Verfügbarkeit neuer Produkte für die Praxis zu gewährleisten. Die frische Hopfenfläche wurde im Oktober 2021 mit zertifiziertem Herkules Pflanzgut bepflanzt und im Jahr 2022 als Junghopfenfläche gepflegt. Sie bietet mit einer Fläche von rund 1 ha Platz für neun Versuchsglieder.

Die ersten Wirksamkeitsversuche für Pflanzenschutzmittel sind für das Jahr 2023 geplant. Jährlich kann jedoch nur einer der Wirksamkeitsversuche auf dieser Fläche durchgeführt werden, sodass auch ab dem Jahr 2023 für alle weiteren Versuche Praxisflächen der Hopfenpflanzler benötigt werden.

Die Pachtkosten der Fläche werden von der GfH (Gesellschaft für Hopfenforschung e. V.) übernommen.

5.4 Anschaffung von Wetterstationen

Für die Durchführung von Pflanzenschutzmittelversuchen ist es äußerst wichtig, Witterungsdaten vom Versuchsstandort zu erheben. Bei einigen Standorten ist es jedoch immer wieder ein Problem, dass bestehende Wetterstationen mehr als 5 - 15 km entfernt liegen. So können z.B. örtliche Niederschläge nicht erfasst werden. Für die Durchführung und Auswertung der Versuche ist es jedoch entscheidend zu wissen, wann der erste Niederschlag nach der Behandlung gefallen ist. Denn dieser könnte zu Wirkstoffabwaschungen führen und infolgedessen zu einer Minderwirkung bzw., zu einer früher notwendig werdenden Folgeapplikation. Insbesondere sind für die Produktgruppe „Biologicals“ Parameter wie z.B. Temperatur, Blattfeuchte etc. vor und nach der Applikation von besonderer Wichtigkeit.

Durch die große Unterstützung von Herrn Ingo Fanieng (Agrarmeteorologie Bayern) kamen in der Saison 2022 die ersten beiden Wetterstationen in der Amtliche Mittelprüfung zum Einsatz.

5.5 Resistenz- und Wirksamkeitstests gegen die Hopfen-Blattlaus im Sprühturm

Leitung: S. Euringer

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

Die Hopfen-Blattlaus befällt jedes Jahr alle Hopfensorten. Durch den Wegfall von wichtigen Insektiziden wird der Wirkstoffwechsel zur Vermeidung von Resistenzen deutlich erschwert. Eine wiederholte Anwendung des gleichen Wirkstoffes oder von Wirkstoffen mit dem gleichen Wirkmechanismus führt zu einer einseitigen Selektion bei Schadorganismen. Infolgedessen kommt es zu einer Resistenzausbildung und eine erfolgreiche Bekämpfung des Schadorganismus mit diesem Wirkstoff wird nicht mehr möglich sein. Daher werden aktuelle und neue Wirkstoffe bzgl. der Resistenz gegenüber der Hopfen-Blattlaus in Sprühturm-Versuchen getestet. Innerhalb der Laborversuche sind die Ergebnisse konsistent und Resistenzen können frühzeitig entdeckt werden. Die Ergebnisse aus diesen Versuchen können je nach Wirkstoff stark von der Praxis abweichen. Auf die Veröffentlichung der Ergebnisse wird daher verzichtet. Im Jahr 2022 wurden vier Wirkstoffe in jeweils sieben Konzentrationen getestet.

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

Leitung: S. Euringer

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

Viruserkrankungen sind in allen Hopfenbaugebieten weit verbreitet. Um mit Virus infizierte Pflanzen identifizieren und erkennen zu können, wurde der ELISA-Test am Hopfenforschungszentrum Hüll etabliert.

Tab. 5.1: Ergebnis der ELISA-Tests im Jahr 2022

	Anzahl Pflanzen gesamt	ApMV		HpMV		Summe Pflanzen	
		n.n.	positiv	n.n.	positiv	n.n.	positiv
Mutterpflanzen Hopfenvermehrter	287	277	10	284	3	274	13
Zuchtmaterial IPZ 5c	400	399	1	398	2	397	3

* n.n. = nicht nachweisbar

Proben, mit einem Ergebnis an der Nachweisgrenze, werden als positiv bewertet, um das Risiko, dass möglicherweise infiziertes Material in die Vermehrung gelangt, zu minimieren.

Von 687 getesteten Pflanzen wurden 16 verworfen. Die gesunden Pflanzen wurden als Zuchtmaterial und als Mutterpflanzen für den Vertragsvermehrter der GfH bereitgestellt (Tab. 5.1).

5.7 CBCVd-Monitoring 2022

Träger: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Finanzierung: Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF), Erzeugergenossenschaft HVG e.G.

Projektleitung: S. Euringer,

Bearbeitung: Dr. C. Krönauer, F. Weiß

Laufzeit: 01.04.2021 – 31.03.2023

Beprobungszeitraum: 06.2022 – 09.2022

Planung und Durchführung

2022 wurde in der Hallertau erneut ein *Citrus bark cracking viroid* (CBCVd)-Monitoring durchgeführt. Wie schon im vergangenen Jahr wurden sämtliche Flächen der bisher von CBCVd betroffenen Betriebe, ausgewählte Nachbarflächen in den Befallsregionen, sowie jeweils eine Fläche der Lieferanten der Bioerdgasanlage Hallertau untersucht. Zusätzlich wurde ein freiwilliges Monitoring angeboten, um es allen Betrieben zu ermöglichen, Proben von verdächtigen Pflanzen mit anonymer Ergebnismitteilung auf CBCVd testen zu lassen. Alle Flächen wurden mit einer Drohne überflogen und anschließend gezielt nach symptomatischen Pflanzen durchsucht.

Wie bereits 2021 wurden immer 10 Pflanzen zu einer Mischprobe zusammengefasst und mittels qPCR auf eine CBCVd-Infektion getestet. Mit acht Aushilfskräften und personeller Unterstützung der HVG e.G. und des DHWV wurden insgesamt über 450 Proben genommen und mehr als 400 Flächen von rund 200 Betrieben begutachtet (Tab. 5.2). Die ausgewählten Flächen und die genauen Standorte jeder beprobten Pflanze wurden mit Hilfe einer Geoinformationssystemanwendung digital erfasst. Dadurch wurde die spätere Datenauswertung erheblich erleichtert und die Übersicht über die begutachteten und betroffenen Flächen verbessert.

Tab. 5.2; Anzahl der Betriebe, Feldstücke sowie der getesteten Mischproben 2022

Monitoring Gruppe	Anzahl Betriebe	Anzahl Feldstücke	Anzahl (Misch)proben
Befallsbetriebe	10	124	131
Nebenflächen	42	134	136
BEH	149	150	151
Freiwilliges Monitoring*	nicht erfasst	nicht erfasst	50
Gesamt	> 201	> 408	468

*inkl. Pflanzenpass

Erkenntnisse

In allen Betrieben, die letztes Jahr betroffen waren, wurde auch dieses Jahr wieder ein Befall mit CBCVd festgestellt. Zusätzlich wurde das Viroid in drei neuen Betrieben nachgewiesen. Damit sind derzeit rund 110 ha Fläche in 12 Betriebe betroffen (Tab. 5.3). Die neuen Betriebe liegen in den schon bekannten Gebieten und der Befall ist bisher gering. Auffällig waren jeweils nur wenige Pflanzen in je einer Fläche. Die Übertragungswege konnten nicht abschließend geklärt werden. Allerdings besteht die Hoffnung, dass die Landwirte den frühen Nachweis als Chance erkennen, gezielt roden und Maßnahmen gegen eine Übertragung in weitere Flächen ergreifen. Ein Beispiel, dass eine Eradikation von CBCVd möglich sein könnte, ist ein im Jahr 2020 betroffener Betrieb: Nach Rodung der befallenen Fläche im Herbst 2020, waren die Tests auf CBCVd in allen restlichen Flächen des Betriebs, sowohl 2021 als auch 2022, negativ (Tab. 5.3).

Tab. 5.3: Fläche und Anzahl der Betriebe mit CBCVd-Nachweis 2019 – 2022

	2019	2020	2021	2022
Betroffene Betriebe*	3	7	9	12
Befallene Hopfenfläche [ha]	44	83	109	110

*gezählt werden nur Betriebe mit CBCVd Nachweis im entsprechenden Jahr

Die Ausbreitung von CBCVd verläuft innerhalb der Betriebe unterschiedlich schnell und generell breitet sich CBCVd in der Hallertau weiter aus (Tab. 5.4). Die derzeitigen Rodungsmaßnahmen reichen nicht zur Eindämmung aus. Daher werden auch in Zukunft jährliche Kontrollen und eine gute Betreuung und Beratung der betroffenen Betriebe notwendig sein, um das Infektionsgeschehen von CBCVd auf einem kontrollierbaren Niveau zu halten.

In diesem Jahr waren befallene Pflanzen i.d.R. gut zu erkennen. Möglicherweise verstärken die Trockenheit und die hohen Temperaturen die durch CBCVd ausgelösten Symptome. Es ist daher möglich, dass in diesem Jahr Pflanzen entdeckt wurden, die in den letzten Jahren schon infiziert waren, aber noch keine ausgeprägten Symptome entwickelt hatten. Aufgrund des diesjährig klar sichtbaren Phänotyps und dem geringen Befall in den neu erfassten Betrieben, kann man davon ausgehen, dass die CBCVd Ausbreitung in der Hallertau inzwischen gut erfasst ist.

Tab. 5.4: Ausbreitung der Fläche in ha mit positivem CBCVd-Nachweis innerhalb der Betriebe

Betrieb	2019	2020	2021	2022	Tendenz
I	14,3	17,7	28,6	35,4	↗
II	28,9	33,0	33,0	29,4	↘
III	1,2	2,8	9,0	8,2	↘
IV		2,5	0,0	0,0	negativ
V		2,1	2,8	4,1	↗
VI		4,7	4,7	4,7	→
VII		20,1	24,7	14,2	↘
VIII			1,3	3,5	↗
IX			3,9	3,9	→
X			1,0	2,4	↗
XI				0,4	neu
XII				2,4	neu
XIII				0,9	neu
Gesamt	44,5	82,9	109,1	109,7	

Ausblick

Für 2023 ist ein CBCVd Forschungsprojekt geplant. In Feldversuchen soll getestet werden, welche Zeiträume notwendig sind, um befallene Flächen zu sanieren und welche Maßnahmen eine Verbreitung von CBCVd wirksam eindämmen. Zudem soll beobachtet werden, ob die verschiedenen Hopfensorten eine unterschiedliche Anfälligkeit gegenüber CBCVd zeigen und ob es tolerante Sorten gibt, die geeignete Kandidaten für zukünftige Züchtungsversuche sein könnten. Im Zuge des Forschungsprojekt wird auch 2023 ein Monitoring ausgewählter Betriebe stattfinden.

Das Hopfenforschungszentrum Hüll (LfL IPZ) wird finanziell und personell unterstützt durch StMELF, Deutscher Hopfenwirtschaftsverband und Erzeugerorganisation HVG e.G.

5.8 CBCVd Vorprojekt

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Finanzierung:	Erzeugerorganisation HVG
Projektleitung:	S. Euringer
Bearbeitung:	Dr. C. Krönauer, F. Weiß
Laufzeit:	01.07.2022 – 31.03.2023

Einzelstockbonitur in CBCVd Befallsflächen

Um die Ausbreitung von CBCVd innerhalb einer Fläche in den nächsten Jahren genauer verfolgen zu können, wurden in elf ausgewählten Feldstücken Einzelstockbonituren durchgeführt. Dabei wurden die Pflanzen entsprechend ihres Phänotyps in die Kategorien „optisch gesunde Pflanze“, „Pflanze mit unspezifischen Stressanzeichen“, „Pflanze mit Krankheitssymptomen“ und „Pflanze mit eindeutigen CBCVd Symptomen“ eingeteilt und digital erfasst. Zusätzlich wurden die Flächen mit einer Drohne überflogen, um ein hochauflösendes, verzerrungsfreies Orthofoto erstellen zu können. Die Stärke des Befalls der bonitierten Flächen reichte von geringem Befall mit einzelnen symptomatischen Pflanzen bis hin zu sehr starkem Befall mit einem Anteil symptomatischer Pflanzen von ca. 30 %. Die weitere Beobachtung der Flächen in den nächsten Jahren soll Rückschlüsse erlauben, ob und in welchem Maß die verschiedenen Arbeitsweisen der Landwirte Einfluss auf das Infektionsgeschehen innerhalb der Flächen haben. Im Forschungsprojekt 2023 soll zusätzlich auf einer Versuchsfläche getestet werden, ob man die Ausbreitung von CBCVd durch spezielle Hygienemaßnahmen wirksam eindämmen kann.

Ertrags- und Alphasäuremessungen

Mit CBCVd infizierte Hopfenpflanzen zeigen einen geringeren Wuchs, kleinere Blätter, kürzere Seitenarme und kleinere, missgebildete Dolden. Aufgrund dieser charakteristischen Symptome kann man von einem reduzierten Ertrag ausgehen. Um in Vorbereitung auf das CBCVd Forschungsprojekt konkretere Zahlen zu erhalten, wurden 2022 Ertrag und Alphasäuregehalt von Hopfenpflanzen der Sorten Perle und Herkules an je einem Standort und zu einem Zeitpunkt bestimmt.

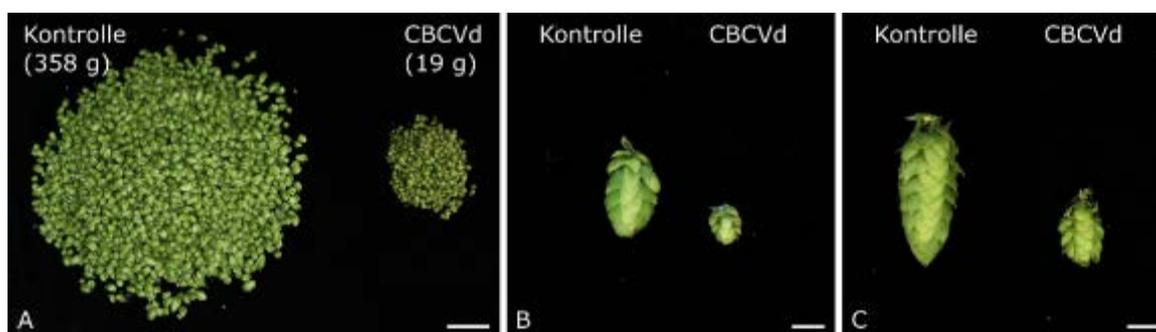


Abb. 5.4: CBCVd verursacht Ertragseinbußen im Hopfen A) Ertrag einer repräsentativen Aufleitung der Sorte Perle. Maßstab = 10 cm. B) Dolden der Sorte Perle. Maßstab = 1 cm C) Dolden der Sorte Herkules. Maßstab = 1 cm.
Fotos: Dr. Christina Krönauer, LfL 2022

Die Probenahme für die Sorten Perle und Herkules fanden jeweils zum Erntezeitpunkt am 30.08.2022 bzw. 09.09.2022 statt. Es wurden je vier Pflanzen mit klaren CBCVd Symptomen und vier nicht-symptomatische Kontrollpflanzen zur Probeernte ausgewählt. Dabei ist anzumerken, dass mit CBCVd infizierte Pflanzen phänotypisch nicht einheitlich sind. Da der Befall in der Versuchsfläche schon seit längerer Zeit besteht, konnten viele stark betroffene bzw. absterbende Pflanzen gefunden werden, die keine Dolden mehr gebildet hatten. Für die Ertrags- und Alphasäuremessung wurden daher durchschnittliche Pflanzen ausgewählt, die klare Symptome einer CBCVd Infektion zeigten, deren Doldenmenge aber noch ausreichend für die labortechnischen Messungen war. Die CBCVd Infektion konnte für alle ausgewählten Pflanzen mittels qPCR Analyse bestätigt werden. Die Dolden wurden mit der Hand gepflückt und getrocknet. Das Doldentrockengewicht einer repräsentativen Aufleitung der Sorte Perle betrug für die gesunde Pflanze 358 g und für die CBCVd infizierte Pflanze 19 g, was einem Ertragsrückgang von 95% entspricht (Abb. 5.4 A). Aufgrund der geringen Doldengröße ist bei maschineller Ernte ein noch geringerer Ertrag für CBCVd befallene Pflanzen zu erwarten. Auch die Alphasäuregehalte waren in den mit CBCVd infizierten Pflanzen niedriger als in den Kontrollpflanzen. Im Mittel sanken die Werte für Herkules von 16,6% auf 13,9% und für Perle von 5,3% auf 3,3% (Abb. 5.5).

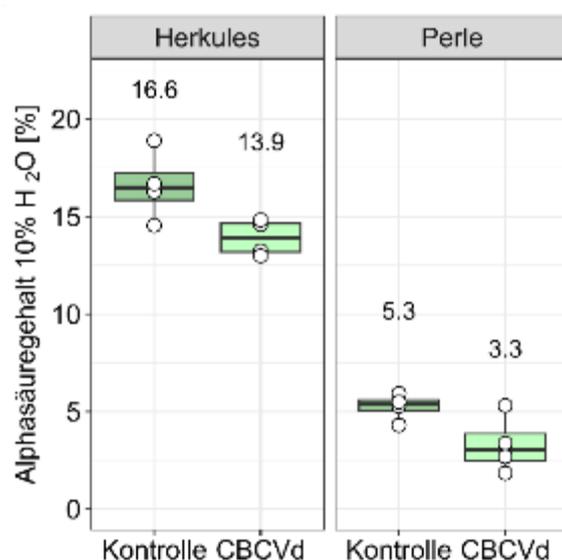


Abb. 5.5: CBCVd verursacht einen Rückgang des Alphasäuregehalts in Hopfen. Alphasäuregehalte von je vier Pflanzen der Sorte Herkules und Perle. Der Mittelwert ist angegeben.

Die Ergebnisse aus dem Vorprojekt bilden mit der geringen Probenanzahl natürlich nur einen kleinen Ausschnitt der Sorten und Bedingungen in der Hallertau ab. Dennoch werden die gravierenden Auswirkungen, die ein fortschreitender CBCVd Befall für die Hopfenpflanzer haben kann, sichtbar. Für das CBCVd Forschungsprojekt ab 2023 ist geplant, den Ertragsrückgang und den Einfluss von CBCVd auf Alphasäuregehalte und andere Inhaltsstoffe an verschiedenen Standorten und zu unterschiedlichen Zeitpunkten zu vergleichen. Das Anpflanzen eines Sortengartens wird es zudem ermöglichen, die Ausprägung der CBCVd Symptome an unterschiedlichen Hopfensorten zu beobachten.

5.9 GfH-Projekt zur *Verticillium*-Forschung

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Finanzierung:	Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH), Erzeugerorganisation HVG
Projektleitung:	S. Euringer
Bearbeitung:	K. Lutz, Team IPZ 5b
Kooperation:	AG Züchtungsforschung Hopfen (IPZ 5c): P. Hager, R. Enders, A. Lutz, J. Kneidl AG Produktionstechnik Hopfen (IPZ 5a): A. Schlagenhauer, S. Fuß Slovenian Institute of Hop Research and Brewing (IHPS): Dr. S. Radišek
Laufzeit:	01.06.2017 - 29.10.2023

Ziel

Seit dem ersten Auftreten von letalen *Verticillium nonalfalfae* Stämmen, dem Erreger der aggressiven Form der Hopfenwelke, ist eine kontinuierliche Ausbreitung der Befallsfläche im Anbaugebiet Hallertau zu beobachten. *Verticillium* ist ein im Boden lebender Pilz, der ein breites Wirtsspektrum besitzt. Dieser kann bis zu 5 Jahre als Dauermyzel ohne Wirtspflanzen im Boden überdauern und ist bisher nicht mit Pflanzenschutzmitteln bekämpfbar. Zum Management des Krankheitsbefalls soll ein integrierter Ansatz bestehend aus Hygienemaßnahmen, Züchtungsanstrengungen, angepasster Kulturtechnik und Sanierungskonzepten umgesetzt werden. Ein schneller Wissenstransfer soll den betroffenen Hopfenpflanzern Hilfestellung bei der Umsetzung von Managementmaßnahmen auf befallenen Flächen geben und schnellstmöglich zu Sanierungserfolgen beitragen.

Alternative Sanierungskonzepte: Biologische Bodenentseuchung

Im Laufe des Projekts werden verschiedene Sanierungskonzepte geprüft. Neben der klassischen Sanierung mit Getreide durch die Abwesenheit von Wirtspflanzen wurde das alternative Konzept der Biologischen Bodenentseuchung getestet.

Methodik

Im Versuchsgarten Bruckbach, in welchem die Sorte Hallertauer Mittelfrüh nachweislich stark mit letalen *Verticillium*-Stämmen verseucht war, wurde im Sommer 2018 eine Sanierung durchgeführt. Es wurden fünf verschiedene Varianten angelegt. Ein Teil des Altbestandes wurde nicht gerodet und blieb als Kontrollvariante erhalten. Der übrige Bestand wurde im Herbst 2017 gerodet. Auf einem Teil der Fläche wurde ohne längere Anbaupause im Mai 2018 die welketolerante Hopfensorte Herkules ausgepflanzt. Die Hopfenfechser waren *Verticillium*-frei und mit dem Pflanzenpass zertifiziert. Auf einem Teil der Fläche wurde ein Jahr lang Grünroggen angebaut. Alle zweikeimblättrigen Unkräuter wurden chemisch unterdrückt, um die Sanierungsfläche – besonders im Bereich um die Masten – frei von Wirtspflanzen zu halten.

Des Weiteren wurde in einer Parzelle die Biologische Bodenentseuchung angelegt. Bei der Biologischen Bodenentseuchung soll der Pilz mittels Sauerstoffabschluss und der Zugabe des proteinhaltigen Präparats „Herbie 72“ mithilfe der im Boden lebenden, anaeroben Mikroorganismen abgebaut werden.

Um eine schnelle Entseuchung des Hopfengartens zu generieren, werden zunächst die Hopfenpflanzen gerodet und alle Ernte- und Pflanzenreste von der Fläche entfernt. Danach wird das Granulat in den Boden eingearbeitet. Anschließend wird die Fläche geflutet und mit einer speziellen Folie, die möglichst diffusionsdicht ist, abgedeckt. Während der vier bis sechs Wochen sollen anaerobe Mikroorganismen den Pilz abbauen. Zudem schaden dem Pilz die anaeroben Bedingungen sowie die hohen Temperaturen, die sich unter der Folie entwickeln. Ziel ist es, den Sauerstoff-Gehalt (< 3%) unter der Folie möglichst weit zu senken, um ein erfolgsversprechendes Ergebnis zu erhalten. In einer weiteren Variante wurde der Boden ohne das vorherige Ausbringen eines Granulats mit Folie bedeckt, um eine Bodensolarisation durchzuführen. Anschließend wurde in beiden Varianten bis zum erneuten Bepflanzen mit Hopfen Grünroggen angesät.

Im Mai 2019 wurde in den drei genannten Parzellen des Hopfengartens die Sorte Hallertauer Tradition ausgepflanzt (Tab. 5.5). Auch hier wurden *Verticillium*-freie Hopfenfechser mit Pflanzenpass verwendet.

Tab. 5.5: Anteil der symptomtragenden Hopfenstöcke in Prozent je Parzelle über die Versuchsjahre hinweg

Versuchsglied	Kontrolle	Direktes Einlegen ohne Sanieren	1-jährige Sanierung (Grünroggen)	Bodensolarisation	Biologische Bodenentseuchung
Sorte	Hal. Mittelfrüh	Herkules	Hal. Tradition	Hal. Tradition	Hal. Tradition
Roden	-	Herbst 2017	Herbst 2017	Herbst 2017	Herbst 2017
Sanieren	-	0,5 Jahre	1,5 Jahre	1,5 Jahre	1,5 Jahre
	-	Grünroggen	Grünroggen	Folienabdeckung	Granulat + Folienabdeckung
Einlegen	Altbestand	Frühjahr 2018	Frühjahr 2019	Frühjahr 2019	Frühjahr 2019
2017	21%	34%	41%	45%	83%
2018	22%	Junghopfen	Grünroggen	Grünroggen	Grünroggen
2019	14%	8%	Junghopfen	Junghopfen	Junghopfen
2020	31%	13%	5%	5%	1%
2021	22%	25%	2%	15%	10%
2022	Herbst 2021 gerodet	10%	2%	4%	15%

Ergebnisse

Vor der Rodung im August 2017 wurden alle symptomtragenden Pflanzen des Hopfengartens gezählt (Tab. 5.5). So konnten die prozentual befallenen Pflanzen pro Parzelle ermittelt werden. Beim Versuchsglied Kontrolle lassen sich die jährlichen Schwankungen der Hopfenwelke ablesen. Je nach Witterung schwankt die Symptomausprägung der Krankheit. Wurde nach der Rodung sofort neu angepflanzt, kam es bei diesem Versuch zu einer Infektion der deutlich toleranteren Sorte Herkules. In dieser Parzelle, bei der in der Vorbonitur im Jahr 2017 jeder dritte Stock der Sorte Hallertauer Mittelfrüher mit Welke befallen war, konnte bereits im ersten Ertragsjahr 2019 wieder ein deutlicher Befall festgestellt werden. Der Welkebefall in der Herkules-Parzelle weitete sich stetig aus, sodass 2021 bereits jeder vierte Stock symptomtragend war. Dies zeigt, wie schnell sich der Pilz bei fehlender Sanierung an eine tolerante Sorte anpassen kann und dass bei ausreichend hohem *Verticillium*-Befall im Boden eine als tolerant geltende Sorte von dem Pilz befallen werden kann. Auf Dauer ist dieser Befall für den Betrieb unwirtschaftlich.

Bei der einjährigen Sanierung mit Grünroggen konnte auf diesem Standort hingegen eine deutliche Reduzierung des Infektionsdrucks beobachtet werden. Um die Effekte besser erkennen zu können, wurde die welkeanfällige Sorte Hallertauer Tradition gewählt. In den Jahren 2020 bis 2022 konnte ein leichter Befall am Hopfen festgestellt werden. Dies zeigt, dass der Infektionsdruck durch die einjährige Sanierung nicht vollständig getilgt werden konnte. In der Praxis empfiehlt sich deshalb eine längere Sanierung von drei bis fünf Jahren, um im Anschluss wieder gesunden, welkefreien Hopfen anbauen zu können. Je anfälliger die nachfolgend angebaute Sorte ist, desto länger sollte der Sanierungszeitraum gewählt werden.

Anfangs erschien der Sanierungserfolg bei der Biologischen Bodenentseuchung sehr deutlich zu sein. Im Junghopfenjahr der Hallertauer Tradition zeigte lediglich eine Pflanze optische Symptome der Krankheit. Jedoch konnte das Infektionspotential des Pilzes im Boden nicht dauerhaft abgesenkt werden, sodass sich bereits nach wenigen Jahren ein erneuter Befall etabliert hat (Abb. 5.6). Ebenso rechtfertigen der hohe zeitliche und finanzielle Aufwand diese Art der Sanierung nicht. Auch die günstigere Variante der Bodensolarisation brachte nicht den gewünschten Effekt. Für den Hopfenpflanzer empfiehlt sich weiterhin die klassische Sanierungsmethode mit Getreide.

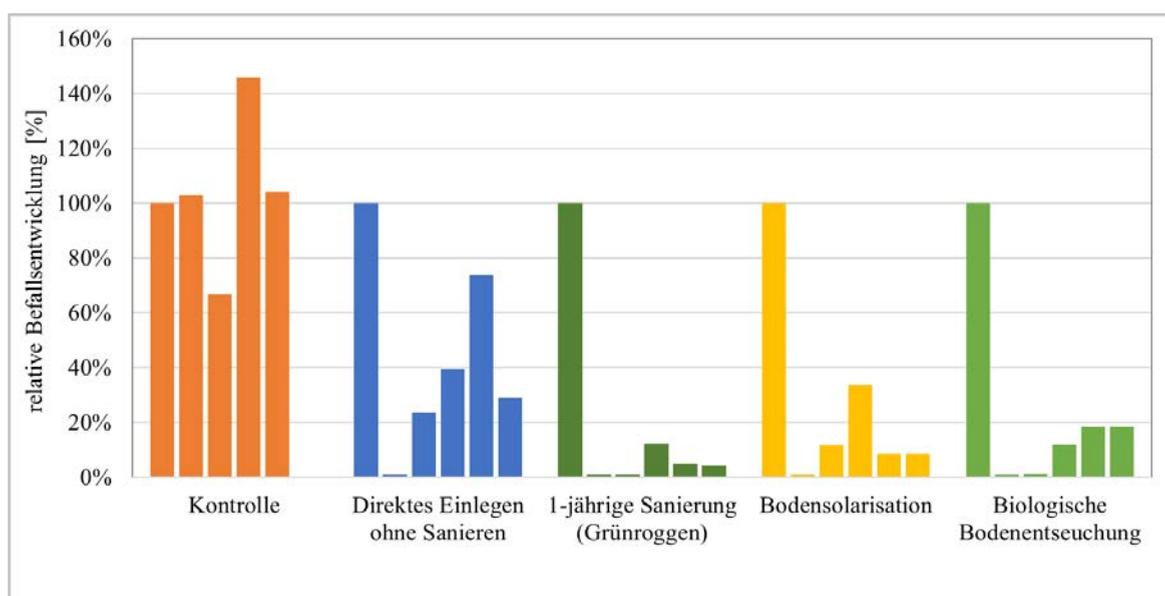


Abb. 5.6: Vergleich der Befallsentwicklung der symptomtragenden Pflanzen in Relation zum Ausgangsbefall 2017. Bei der Variante „Direktes Einlegen ohne Sanieren“ steigt der Welke-Befall bereits seit dem Wiederbepflanzen wieder an

6 Züchtungsforschung Hopfen

LR A. Lutz, Dr. S. Gresset & Team

6.1 Kreuzungen 2022

Im Jahr 2022 wurden in Hüll insgesamt 97 Kreuzungen erfolgreich durchgeführt. Davon waren 57 Kreuzungen im Bereich der Aromasortenentwicklung, 40 Kreuzungen hatten einen Züchtungsfortschritt im Bereich der Bitterhopfen zum Ziel. Auf Grund der Hagelereignisse in den Zuchtgärten konnten nicht alle ausgewählten Nachkommen der Kreuzungen geerntet werden.

6.2 Nach-Sequenzierung des Assoziations-Hopfensortiments aus dem G-Hop-Projekt

Einleitung

Der globale Hopfenmarkt befindet sich in stetem Wandel. So besteht für die Hopfenzüchtung die Herausforderung, nicht nur auf neue Konsumententrends zu reagieren, sondern in erster Linie den Herausforderungen des klimatischen und gesellschaftlichen Wandels züchterisch zu begegnen. Moderne genomanalytische (nicht gentechnische) Verfahren gehören in der Tier- und Pflanzenzüchtung wie beispielsweise bei Mais oder Getreide bereits zum Standardrepertoire (Heffner et al., 2009). Die deutsche Hopfenzüchtung nutzt diese neuen genombasierten Möglichkeiten einer beschleunigten Sortenentwicklung noch nicht, jedoch kann der international zunehmende Wettbewerb nur mit einem Innovationsschub bestanden werden. Insbesondere gegenüber den USA, dem mit Deutschland gleichauf weltweit größten Hopfenproduzenten, muss die Konkurrenzfähigkeit der deutschen Hopfenpflanzer durch Entwicklung neuer, robuster und leistungsfähiger Sorten gesteigert werden. Die Bereitstellung innovativer Qualitätshopfensorten garantiert auskömmliche Preise und nachhaltigere Hopfen zum Einsatz in der Brauwirtschaft. Mit der Präzisionszüchtung soll der deutschen Hopfenzüchtung ein innovatives Werkzeug bereitgestellt werden, das den traditionellen allein auf Phänotyp-Daten basierenden Selektionsvorgang ergänzt. Die Entwicklung einer markerbasierten Präzisionszüchtung ist ein wichtiger Meilenstein, um die Züchtungsarbeit effizienter und wettbewerbsfähiger zu gestalten. In den vergangenen Jahren wurde dafür in Kooperation zwischen der LfL, der Universität Hohenheim, der GfH und der HVG das Projekt „Genombasierte Präzisionszüchtung für zukunftsweisende Qualitätshopfen“ kurz G-Hop durchgeführt, das zu großen Teilen von der GfH, der HVG und der Landwirtschaftlichen Rentenbank finanziert wurde.

Im Rahmen des G-Hop-Projekts wurden umfangreiche phänotypische Daten (chemische und agronomische) zu eine Referenzhopfensortiment über fünf Jahre für die Verrechnung/Verknüpfung mit den genetischen Daten generiert. Das Sortiment besteht aus sehr diversen Hopfensorten. Die Qualität der genetischen Daten war nicht ausreichend, um eine Assoziationsstudie durchführen zu können und so geeignete Marker für die Präzisionszüchtung zu identifizieren. Zur praxisrelevanten Umsetzung der Ergebnisse aus dem G-Hop-Projekt war daher eine Nach-Sequenzierung des Assoziations-Hopfensortiments notwendig. Diese wurde von der Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V. finanziert.

Durchführung

Der Arbeitsbereich Züchtungsforschung hat Anfang August 2022 Blattmuster der Hopfensorten, Zuchtstämme und Wildhopfen genommen und in Kooperation mit einem Sequenzierungsdienstleister über 1000 Genommarker identifiziert, anhand derer sich die untersuchten Hopfensorten einwandfrei unterscheiden lassen. Für weitere statistische Verrechnungen wurden Ende des Jahres die phänotypischen und genotypischen Daten Frau Dr. Albrecht von der LfL-Arbeitsgruppe Genom-orientierte Züchtungsmethodik zur Verfügung gestellt. Dort werden die Daten aktuell verrechnet.

Ergebnisse

Erste Ergebnisse deuten auf eine sehr hohe Qualität der neu generierten Genommarker hin. So konnte unter der Annahme, dass eng verwandte Hopfensorten mehr gleiche Genommarker aufweisen als entfernt verwandte Hopfensorten, durch statistische Verrechnung sehr gut die von Züchtern tradierte Verwandtschaft der Hopfensorten nachgebildet werden. Zusammen mit den umfangreichen Feldbeobachtungen konnten unter Verwendung klassisch quantitativ genetischer Modelle Genommarker identifiziert werden, die Sortenunterschiede bei wichtigen Hopfenkrankheiten wie z.B. Mehltau erklären. Um diese Ergebnisse unabhängig überprüfen zu können werden derzeit Versuche entwickelt. Sollten sich die gefundene Genommarker als robust in ihrer Vorhersagegenauigkeit erweisen, könnten sie die bisherigen langwierigen und teuren Untersuchungen in Gewächshaus, Klimakammern und im Feld partiell ersetzen, dadurch den Zuchtprozess beschleunigen und den Selektionserfolg für Krankheitsresistenzen steigern.

Neben der Identifikation von Genomregionen, die einen Einfluss auf Krankheitsmerkmale haben, wird auf Basis des entwickelten Datensatzes an einem Modell der genomweiten Vorhersage gearbeitet. In Anlehnung an die Milchviehzüchtung soll damit die Vererbungsleistung der männlichen Hopfennachkommen im Bezug auf Ertrag und wertgebende Inhaltsstoffe geschätzt werden, sodass auch im Bereich der Väter eine Selektion auf diese Merkmale und damit ein nachhaltiger Zuchtfortschritt generiert werden kann.

Ausblick

Mittelfristig werden die Ergebnisse dieses Projekts zusammen mit den Ergebnissen der vorangegangenen Projekte dauerhaft in der praktischen Arbeit der Züchtungsforschung am Hopfenforschungszentrum in Hüll eingehen. Dadurch kann der Selektionsfortschritt gesteigert und noch effizienter Sorten für einen nachhaltigen, stabilen und wirtschaftlichen Hopfenanbau in Bayern entwickelt werden.

6.3 Die neue Hüller Hochalphasorte Titan als Ergänzung zu Herkules sorgt für mehr Nachhaltigkeit im Hopfenbau

Leitung:	A. Lutz, Dr. S. Gresset
Bearbeitung:	A. Lutz, J. Kneidl, Team IPZ 5c
Kooperation:	Dr. K. Kammhuber, Team IPZ 5d Beratungsgremium der GfH Forschungsbrauerei Weihenstephan, Technische Universität München-Weihenstephan, Lehrstuhl für Getränke- und Brautechnologie Prof. Becker, Ch. Neugrodda Versuchsbrauerei Bitburger-Braugruppe, Dr. S. Hanke Versuchsbrauerei St. Johann, A. Gahr Nationale und internationale Braupartner Partner aus dem Bereich Hopfenhandel und -verarbeitung Verband Deutscher Hopfenpflanzer Hopfenpflanzer

Titan ist die neue Hochalphasorte aus dem Hopfenforschungszentrum Hüll. In zahlreichen Brauversuchen wurde Titan eine hervorragende Bitterqualität, die mit der im Markt führenden Hochalphasorte Herkules vergleichbar ist, bescheinigt. Zusätzlich erfüllt sie die Ziele der Hüller Züchtungsstrategie „low Input – high Output“. Sie vereint hervorragende Brauqualität mit Klimastresstoleranz sowie optimierte Anbau- und Resistenzeigenschaften und entspricht so dem Anspruch an eine hochwertige und nachhaltige Zuchtsorte.

Klimawandel und Umweltschutz machen eine Neuausrichtung der Hopfenproduktion mit neuen modernen Sorten notwendig, um die qualitativ hochwertige Rohstoffversorgung der Brauwirtschaft auch künftig sicherstellen zu können. Mit Titan kommt eine neue Hüller Hochalphasorte in den Anbau, die die züchterisch gelungene Kombination aus hervorragender Brauqualität und Klimatoleranz sowie optimierte Anbau- und Resistenzeigenschaften in sich vereinigt. Titan ist für Brauer und Hopfenpflanzer gleichermaßen eine zukunftssichere und nachhaltige Alternative zu Herkules.

Erfolgsgeschichte von Herkules

Die Markteinführung von Herkules im Jahr 2006 wurde zu einer beispiellosen Erfolgsgeschichte. Mit einem Ertragspotential von mehr als 50 % über der damals weltweit führenden Hochalphasorte Hallertauer Magnum erbrachte Herkules einen kaum für möglich gehaltenen Züchtungsfortschritt. Bereits im Jahr 2014 wurde Herkules mit 3.345 ha Anbaufläche zur größten Bittersorte weltweit und wird heute bundesweit auf über 7.100 ha angebaut. In der Hallertau sind mittlerweile 39 % der Gesamthopfenfläche mit Herkules bepflanzt. Damit bildet er das Rückgrat der Grundhopfung in den meisten Brauereien weltweit.

Mit dieser Dominanz einer Hochalphasorte sind mittlerweile auch einige Probleme im Anbau verbunden. Beispielsweise stellt Herkules im Anbaugebiet Elbe-Saale bis heute keinen vollwertigen Ersatz für Hallertauer Magnum dar, da die Boden- und Witterungsbedingungen in diesem Anbaugebiet Stockfäule begünstigen und einen wirtschaftlich sinnvollen Anbau von Herkules verhindern.

Zudem war Herkules bei Markteinführung mit einer Resistenz gegen echten Mehltau ausgestattet. Diese Resistenz ist mittlerweile durch die natürliche Anpassung des Pilzes gebrochen und die Mehлтаubekämpfung stellt für die Hopfenpflanzer auch wegen der stetig geringer werdenden Verfügbarkeit von wirksamen Pflanzenschutzmitteln eine immer größere Herausforderung dar. Zahlreiche Betriebe bauen aufgrund der hohen Wirtschaftlichkeit mittlerweile auf mehr als 50 % ihrer Hopfenfläche Herkules an. Eine so starke Fokussierung auf eine Sorte stellt für einen Hopfenbaubetrieb und für die ganze Hopfenbauregion jedoch auch ein wirtschaftliches Risiko dar. Gleiches gilt für die Brauwirtschaft. Auch sie benötigt aus Gründen der Risikovorsorge Alternativen zur Absicherung der Versorgung ohne qualitative Abstriche machen zu müssen.

Stammbaum und agronomische Eigenschaften von Titan

Die Idee hinter dieser klassischen Kreuzung, die zu Titan (Tab. 6.1) führte, war, die hervorragenden Eigenschaften von Herkules (Großmutter) durch gezielte Kombination mit anderen guten Vererbern aus dem Hüller Genpool noch weiter zu verbessern. Die Mutter Polaris erzielt weltweit die höchsten Alphasäuregehalte und weist auch unter Extrembedingungen nur geringe Alpha-Schwankungen auf. Darüber hinaus besitzt Polaris eine sehr gute Stockgesundheit, die sich auch unter den schwierigen Bedingungen im Anbaugebiet Elbe-Saale voll und dauerhaft bewährt hat. Da männliche Zuchtstämme keine Dolden ausbilden und somit wenig über ihre Inhaltsstoffe und ihr brautechnisches Potential bekannt ist, werden sie im Züchtungsprozess vor allem zum Einkreuzen neuer Resistenzgene verwendet. Der Großvater vererbte Titan eine neuartige Mehлтаuresistenz und verbessert zudem die Toleranz gegenüber Doldenbefall mit *Peronospora*.

Titan zeichnet sich durch eine schöne zylindrische Rebe mit einem gleichmäßigen Doldenbehang aus. Wegen der relativ kleinen Blätter und der nur mittleren Belaubungsstärke werden Pflanzenschutzmaßnahmen erleichtert. Somit kann mit einer reduzierten Wassermenge eine gute Benetzung der gesamten Hopfenrebe erzielt werden. Neben den verbesserten Resistenzeigenschaften, die einige Pflanzenschutzmaßnahmen überflüssig machen, trägt diese Wuchsform zur weiteren Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes bei der Hopfenproduktion bei.

Umfangreiche Anbauprüfungen

Titan ist in vielfältigen Anbauprüfungen in Zuchtgärten mit verschiedenen Bodenqualitäten, im Reihenversuchsanbau und im Großparzellenanbau auf unterschiedlichen Standorten sehr gut durchgeprüft. Insgesamt liegen weit über 100 Einzelergebnisse aus der Anbauprüfung vor, davon 44 Ergebnisse im direkten Vergleich zu Herkules. Im Herbst 2017 wurde er unter der Zuchtstamnummer 2011/71/19 erstmals dem Beratungsgremium der GfH als erfolgversprechende Neuzüchtung im Hochalphanbereich vorgestellt. Dabei erhielt er von den im Gremium beteiligten Rohstoffexperten aus der gesamten Hopfen- und Brauwirtschaft eine sehr positive Bewertung und es zeigte sich, dass das Aromaprofil im Rohhopfen dem von Herkules ähnlich ist.

Im Herbst 2019 bonitierte das Beratungsgremium diesen Zuchtstamm zusammen mit anderen Hochalphanzuchtstämmen erneut. Dabei bestätigte sich die positive Bewertung und das Gremium schlug der Vorstandschaft der GfH vor, ihn für den Großparzellenanbau freizugeben und mit umfangreichen Sudversuchen zur Absicherung der bereits im Kleinmaßstab erfolgten Versuchssude zur Ermittlung der Bitterqualität zu beginnen.

Der Vorstand der GfH folgte der Empfehlung der Experten, sodass im Jahr 2020 die ersten von den Hopfenhandelshäusern finanzierten Großparzellenversuche auf unterschiedlichen Standorten in den deutschen Hopfenbauregionen ausgepflanzt werden konnten. Ziel dieser Großparzellenversuche ist es, weitere Anbauerfahrungen zu sammeln, um genügend Versuchshopfen für Verarbeitungs- und Brauversuche zu erhalten.

Wegen des großen Interesses an einer neuen Hochalphasorte wurden die Großparzellenversuche in den Jahren 2021 und 2022 auf weitere Standorte und Flächen ausgeweitet. Mittlerweile gibt es sechs Versuchsstandorte in der Hallertau und jeweils einen Standort in den Anbaugebieten Spalt und Elbe-Saale.

Verarbeitungsstudie

Mit der Versuchsernte 2021 wurden zwei getrennte Verarbeitungsstudien im Hopfenveredelungswerk St. Johann durchgeführt. Ein Teil der produzierten Pellets wurde anschließend zu Extrakt weiterverarbeitet, um interessierten Braumeistern sowohl Pellets als auch Extrakt für Sudversuche anbieten zu können. Bei den Verarbeitungsstudien ergaben sich im Direktvergleich zu Herkules keine Auffälligkeiten, sodass von dieser Seite keine Einwände gegen die Einführung von Titan bestanden.

Aroma im Rohhopfen

Im Rohhopfen (Abb. 6.1) zeigen sich zwischen Titan und Herkules noch gewisse Unterschiede. Während bei Herkules neben der schönen hopfigen Grundnote Aromen von grünen Früchten und Zitrusnoten in einer stärkeren Ausprägung vorhanden sind, ist das Aromaprofil bei Titan etwas dezenter. Trotz eines deutlich höheren Gesamt-Ölgehalts im Vergleich zu Herkules ist das Aroma von Titan angenehm und sehr ausgewogen. Es dominieren klassische hopfentypische Noten, die von süßen Früchten und etwas Menthol gestützt werden. Die bei Herkules deutlich wahrnehmbare Zitrusnote ist kaum vorhanden.

Aromaprofil Rohhopfen Titan



Aromaprofil Rohhopfen Herkules

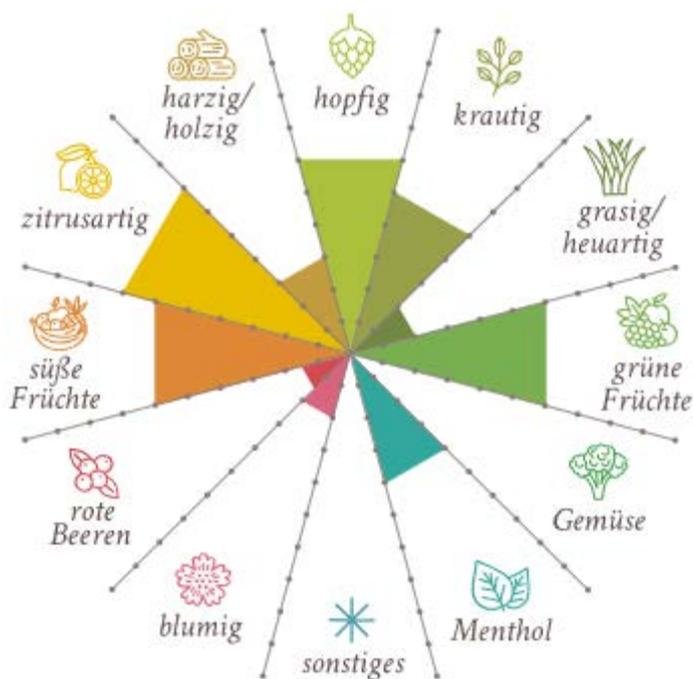


Abb. 6.1: Aromaprofil des Rohhopfens von Titan und Herkules

Aromaprofil Titan zu Kochbeginn



Aromaprofil Herkules zu Kochbeginn



Abb. 6.2: Aromaprofil von Titan und Herkules zu Kochbeginn

Betrachtet man die chemischen Daten (Tab. 6.2) ist die Sorte Titan der Mutter Polaris ähnlicher als Herkules. Das β : α -Verhältnis ist bei den drei Hochalphasorten vergleichbar. Die Ölzusammensetzung ist eine Momentaufnahme und bezieht sich auf Muster des Biogeneseversuchs 2022 am Standort Stadelhof/Hallertau. Hier spielen exogene Faktoren wie Umweltbedingungen und Terroir-Effekte eine große Rolle. Der Gehalt an Linalool als Indikatortsubstanz für ein hervorragendes klassisches Hopfenaroma ist mit 15 mg/100 g Hopfen bei Titan relativ hoch. Die Gehalte der beiden Substanzen Geranylacetat und Geranylisobutyrat, die bei Herkules fast nicht vorhanden sind, sind bei Titan sogar höher als beim Polaris. Beide Ester werden während der Gärung zu Geraniol gespalten und Geraniol geht als rosenartiges frisches Aroma gut ins Bier über. Die Konzentrationen der niedermolekularen nicht terpenoiden Ester, die im Bier löslich sind und für fruchtige Aromen sorgen, sind bei allen drei Sorten ähnlich. Auch beim Gesamtpolyphenolgehalt nach EBC-7.14 gibt es fast keine Unterschiede.

Tab. 6.1: *Ursprung und agronomische Merkmale der neuen Hochalphasorte Titan*

Ursprung	Polaris x (Herkules x Hüller Hochalphalinie)
Resistenzen / Toleranzen	verbesserte Resistenz bzw. Toleranz gegenüber Krankheiten und Schädlingen
Low Input	reduzierter Bedarf an Pflanzenschutzmitteln, Wasser und Stickstoffdünger
High Output	hohe Erträge und Alphasäuregehalte, hohe Ölgehalte
Stress- und Klimatoleranz	sehr gut mit stabil hohen Erträgen und Alphasäuregehalten
Reife	mittelspät (eine Woche vor Herkules)

Brauqualität und Aroma im Bier

Das wichtigste Entscheidungskriterium bei der Auswahl eines neuen Hochalpha-Zuchtstammes ist die hohe, mit der im Markt befindlichen Bittersorten vergleichbare Bitterqualität. Nur eine Hochalphasorte, deren Bitterqualität mit Herkules und Magnum mithalten kann, hat trotz der agronomischen Überlegenheit überhaupt eine Chance als Substitutionsorte in die Rezepturen von Braumeistern zu kommen.

Bei den Sudversuchen legte man besonderen Wert auf die Qualität der Grundbittere im Bier gelegt. Im Rahmen des Forschungsprojektes „Genombasierte Selektion von Qualitätshopfen“ wurde ein eigenes Verkostungsschema zur Ermittlung der Bitterqualität am Hopfenforschungszentrum entwickelt. Zunächst wurden mit Unterstützung der Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft standardisierte Biere mit nur einer Grundhopfengabe mit jeweils 100% aller im Markt befindlichen Bitterhopfensorten gebraut und im erweiterten Beratungsgremium verkostet. Aus dieser Versuchsreihe wurde Herkules als Referenzhopfensorte mit seinem typischen Bitterqualitätsprofil ausgesucht. Nach gleichem Standardrezept wurden dann weitere Sudversuche in den drei Versuchsbrauereien TUM, St. Johann und Bitburg mit TITAN im Vergleich zu Herkules hergestellt, und mit dem gleichen Schema bewertet. Der Anstieg und die Gesamtintensität der Bittere wurden identisch und nicht signifikant abweichend von Herkules bewertet.

Im Haupttrunk entfaltet die Bittere ihre volle Wirkung und fällt dann ohne nachkommend, nachhängend oder gar breit zu sein kontinuierlich ab.

Brauersuche im Großmaßstab, die im Laufe des vergangenen Jahres zur Absicherung der Akzeptanz der neuen Hochalphasorte in Brauereien verschiedener Größenklassen mit den Hopfenprodukten aus den beiden Verarbeitungsstudien gemacht und bewertet wurden, bestätigten die Ergebnisse des Beratungsgremiums zur hervorragenden Bitterqualität von Titan. Anders als bei Aromahopfenarten, die den Charakter eines Bieres entscheidend prägen, wird deshalb der Marktzugang und die Markteinführung von Titan zügig vorankommen und den oben beschriebenen Input zu mehr Nachhaltigkeit bis zum fertigen Bier bringen.

Das Verkosterpanel, bestehend aus 37 Verkostern, hat neben der hohen Bitterqualität auch das Aroma beurteilt und dieses trotz nur einer Hopfengabe zu Kochbeginn als dezent, klassisch und hopfentypisch beschrieben. (Abb. 6.2)

Umwelt- und ressourcenschonende Produktion trotz Klimawandel

Mit den genetischen Wurzeln von Herkules, Polaris und ausgewählten Hüller Hochalphaninien, die bei der Kreuzungsplanung berücksichtigt wurden, besitzt Titan nicht nur hervorragende Brauqualität, sondern darüber hinaus viele Vorteile einer modernen Zuchtsorte (Tab. 6.2).

Um den Herausforderungen im Hopfenbau rund um Umwelt- und Ressourcenschutz zu entsprechen, verzichtete das Hüller Züchtungsteam bei der langjährigen Sorten-Entwicklung in den Zuchtgärten ganz bewusst auf Bewässerung, minimierte die Düngergaben und beschränkte drastisch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. Titan ist daher auf Nährstoffeffizienz, Wassereinsparung und auf Pflanzenschutzmittelreduktion hin adaptiert. Aber trotz dieser „low Input“-Strategie überzeugte die Neuzüchtung selbst unter klimatisch extrem schwierigen Bedingungen durch „high Output“ mit stabil hohen Erträgen, Alpha-säuren- und Ölgehalten. Dies wurde auch in zahlreichen Anbauprüfungen in der Hallertau, in Tettang, Spalt wie auch in der Elbe-Saale-Region bestätigt.

Des Weiteren besitzt Titan verbesserte Resistenz- und Toleranzeigenschaften gegenüber Herkules, wie die umfassenden Gewächshaus-, Labor- und Feldprüfungen zeigen. In Praxisprüfungen konnte letztlich dieser Züchtungsfortschritt im Bereich Resistenz/Toleranz bestätigt werden, wodurch eine Reduktion des chemischen Pflanzenschutzes möglich wird.

Durch den auf Hektarbasis durchgeführten Großflächenversuchsanbau konnten nicht nur die oben aufgeführten umfassenden Erfahrungen und Erkenntnisse zur Produktion ergänzt, sondern auch ausreichend Erntegut für Brauersuche zur Verfügung gestellt werden. Dieses Angebot wurde von vielen interessierten Mitgliedern der GfH bereits genutzt.

Tab. 6.2: Chemische Daten zu den für Aroma und Bittere entscheidenden Inhaltsstoffen von Titan in erntefrischen Mustern im Vergleich zu Herkules und Polaris

Die Bitterstoff- und Ölgehaltsdaten sind Mittelwerte aus mehrjährigen Anbauprüfungen der LfL und Praxisbetrieben. Die quantitativen Aussagen beziehen sich auf erntefrische Muster des Jahres 2022.

Inhaltstoffe	Titan	Herkules	Polaris
Gesamt-Ölgehalt (EBC 7.10 in ml/100 g)	3,2 (2,6 – 4,0)	1,8 (1,2 – 2,4)	3,40 (2,8 – 4,2)
Bittersubstanzen (EBC 7.7)			
Alphasäuren (%)	17,5 (14,0 – 20,0)	16,0 (12,7 -17,5)	18,5 (16,5 -20,5)
Betasäuren (%)	4,9 (4,0 -5,5)	4,8 (3,8 – 5,3)	5,5 (5,0 -6,0)
β : α -Verhältnis	0,28	0,30	0,30
Cohumulon (rel. % der α -Säuren)	22 (20 – 24)	36 (33 - 38)	23 (21 -25)
Xanthohumol (%)	0,54 (0,45 – 0,60)	0,80 (0,60 – 0,95)	0,80 (0,60 -0,95)
Ausgewählte Mono- und Sesquiterpene (mg/100 g)			
Myrcen	1254	583	927
β -Pinen	45	28	44
β -Ocimen	41	33	62
β -Caryophyllen	143	135	317
Humulen	362	273	499
β -Farnesen	<1	1	1
β -Eudesmen (β -Selinen)	5	8	19
α -Eudesmen (α -Selinen)	8	11	27
α -Cadinen	36	31	101
Mono Terpenalkohole und Ester (mg/100 g)			
Linalool	15	8	14
α -Terpineol	<1	<1	<1
Geraniol	5	7	8
Geranylsäuremethylester	4	4	4
Geranylacetat	29	0	14
Geranylisobutyrat	34	2	15
Nicht-terpenoide Ester (wasserlöslich) (mg/100 g)			
Isobutyl-propionat	9	5	7
Isobutyl-isobutyrat	9	12	15
2-Methylbutyl-acetat	8	1	16
Methyl-hexanoat	1	2	1
2-Methylbutyl-propionat	11	10	11

Inhaltstoffe	Titan	Herkules	Polaris
3-Methylbutyl-isobutyrat = Isoamylisobutyrat	11	6	13
2-Methylbutyl-isobutyrat	24	42	42
Nicht-terpenoide Ester (schwer wasserlöslich) (mg/100 g)			
Önanthsäuremethylester	25	10	16
Caprylsäuremethylester = Octysäurelmethylester	48	14	76
Pelargonsäuremethylester	10	8	16
Polyphenole (gesamt) (EBC 7.14) (%)	4,4	3,8	4,0

Weiterer Meilenstein in Richtung umweltgerechte, klimastabile Produktion von Qualitätshopfen

Mit Titan ist ein weiterer Meilenstein bei der Umsetzung der in Hopfen- und Brauwirtschaft gesetzten Ziele rund um Klimaadaptation, Umwelt- und Ressourcenschutz, Düngeverordnung und Liefersicherheit erreicht. Für Brauer und Hopfenpflanzer ist diese Sorte eine zukunftsichere Alternative zu der weltweit bedeutendsten Hochalphasorte Herkules.

Verfügbarkeit

Der neue Hüller Zuchtstamm wurde im Dezember 2021 von der Gesellschaft für Hopfenforschung e.V. unter dem Namen 'Titan' beim Europäischen Sortenamt angemeldet. Lizenzen zum Anbau von Titan können bei der GfH erworben werden. Ab Frühjahr 2023 wird mit dem Flächenaufbau begonnen und man rechnet damit, dass im ersten Jahr bis zu 100 ha Junghopfenfläche Titan ausgepflanzt werden. Bis genügend Erntemengen für alle Brauer zur Verfügung stehen, können Interessenten versuchsübliche Mengen über die GfH oder die Hopfenhandelshäuser aus den Großflächenversuchen erhalten.

Zusammenfassung

Mit Titan kommt eine Zukunftssorte im Hochalphabereich auf den Markt, die Hopfenpflanzer wie Brauer überzeugen wird. Titan steht für stabil hohe Erträge auch bei Klimastress, verbesserte breite Krankheitsresistenzen sowie für eine nachhaltige, umweltfreundliche Hopfenproduktion, ohne auf die hervorragenden Braueigenschaften von Herkules verzichten zu müssen. Titan ist ein weiterer Baustein, um den deutschen Hopfenanbau fit für die Zukunft zu machen.

Dank

Die Autoren danken allen Hopfenpflanzern, Hopfenhandelshäusern und Brauern für ihre wertvolle Unterstützung bei der Entwicklung von Titan. Mit ihren Praxisanbauprüfungen bzw. Brauversuchen haben sie maßgeblich dazu beigetragen, die neue Hüller Hochalphasorte in kurzer Zeit umfassend zu prüfen und zu testen. Unser besonderer Dank geht an Prof. Dr.-Ing. Thomas Becker und die TUM-Forschungsbrauerei mit Christoph Neugrodda für zahlreiche, hervorragende Versuchssude mit Titan.

6.4 Forschung und Arbeiten zur *Verticillium*-Problematik bei Hopfen – Molekularer Nachweis von *Verticillium* direkt aus der Rebe über Realtime-PCR

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen (IPZ 5c)
Finanzierung:	Erzeugerorganisation Hopfen HVG
Projektleitung:	Dr. S. Gresset
Bearbeitung:	AG Züchtungsforschung Hopfen: P. Hager, R. Enders, A. Lutz, J. Kneidl
Kooperation:	AG Pflanzenschutz im Hopfenbau: S. Euringer, K. Lutz Dr. S. Radišek, Slovenian Institute of Hop Research and Brewing, Slowenien
Laufzeit:	seit 2008 – 31.10.2023

Zielsetzung

Für die Erzeugung von gesundem Pflanzgut sind neben phytosanitären und pflanzenbaulichen Maßnahmen ebenfalls Untersuchungen auf *Verticillium nonalfalfae* von entscheidender Bedeutung. Da beispielsweise junge Hopfenpflanzen keine optischen Symptome zeigen, sind Untersuchungen im Labor notwendig.

Seit 2013 wird das Pflanzgut mit einer hoch empfindlichen Realtime-PCR-basierten Nachweismethode auf den *Verticillium*-Pilz untersucht und so sichergestellt, dass nur welkefreie Hopfen weitergegeben werden.

Methode

Basierend auf Forschungsarbeiten von Maurer et al. (2013) konnte eine sehr zuverlässige und sensitive molekulare Nachweistechnik für *Verticillium* direkt aus den Hopfenreben etabliert werden. An einer Optimierung des Testsystems wird stetig gearbeitet. Ziel dabei ist es, in einem PCR-Lauf nicht nur auf *V. nonalfalfae* generell zu testen, sondern simultan dabei milde und letale Stämme von *V. nonalfalfae* zu differenzieren. Von entscheidender Bedeutung für die Züchtung und den Praxisanbau sind dabei Aussagen, ob bzw. welche Welkestämme eine Hopfenpflanze infizieren. Dies wird durch die Multiplex PCR-Analyse ermöglicht.

Durchgeführte Untersuchungen auf *Verticillium*

Jedes Jahr werden in etwa 500 Pflanzen auf *Verticillium* getestet. Das entspricht circa 2000 PCR-Reaktionen. Da von keiner homogenen Verteilung des Welkepilzes im Untersuchungsmaterial ausgegangen werden kann, werden 2-3 Proben pro Pflanze genommen. Anschließend wird von jeder Probe separat die DNA extrahiert und der DNA-Extrakt unverdünnt und 1:10 verdünnt in der Realtime-PCR analysiert. Bei nicht eindeutigen Ergebnissen wird der PCR-Test wiederholt.

Untersucht wurden in diesem Jahr:

- Pflanzmaterial für LfL-eigene Prüfstandorte (Zuchtgarten in Stadelhof) und für Praxisanbauversuche (Reihen- und Großparzellenversuchsanbau in der Hallertau, Tettngang, Spalt und Elbe-Saale), um *Verticillium*-Freiheit zu gewährleisten.
- Verschiedenes Pflanzenmaterial aus Praxisgärten der Hallertau für Studien zur Verbreitung von *Verticillium*-Infektionen (Letalstämme).
- Mutterpflanzen, die an den Vermehrungsbetrieb der GfH gehen, um die Abgabe von Welke-freiem Fenchsermaterial sicherzustellen.
- Mutterpflanzen des Vermehrungsbetriebes, um zu gewährleisten, dass *Verticillium*-freies Pflanzgut für die Hopfenpflanzler bereitgestellt wird.
- Proben von Versuchsflächen zur Verifizierung der optischen Bonituren, in Kooperation mit S. Euringer und K. Lutz, IPZ 5b. Diese Untersuchungen sind auch im Zusammenhang mit Maßnahmen zur Sanierung von *Verticillium*-verseuchten Böden und zur Hygienisierung von Rebenhäckseln, sowie dem Nachweis des Pilzes in anderen Pflanzenarten (Zwischenfrüchte, Unkräuter) von entscheidender Bedeutung.

Ergebnisse

Das für die Züchtung notwendige Pflanzmaterial (92 Proben) wies keinen *Verticillium*-Befall auf. In keiner der 212 Mutterpflanzen der Vertragsvermehrung der GfH konnte ein *Verticillium*-Befall nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse der qPCR-Analysen bestätigen, dass die Ausbreitung von aggressiven (letal) *Verticillium*-Stämmen zunimmt. In 122 von 175 Hopfenreben aus Praxisgärten wurde die letale Form des Pilzes nachgewiesen. In lediglich 8 Proben waren ausschließlich milde Stämme zu finden.

Ausblick

Um auch in Zukunft alle in der Hallertau vorkommenden *Verticillium*-Stämme zu erfassen, müssen die Reaktionsbedingungen und verwendeten Primer/Sonden kontinuierlich überprüft und angepasst werden.

Weiterführende Literatur

EPPO Bulletin (2020) PM 7/78 (2) *Verticillium nonalfalfae* and *V. dahliae*: 50 (3): 462-476.

Guček, T., Stajner, N., Radišek, S. (2015): Quantification and detection of *Verticillium albo-atrum* in hop (*Humulus lupulus*) with real-time PCR. Hop Bulletin 22, 26-39.

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.

7 Hopfenqualität und -analytik

RD Dr. Klaus Kamhuber, Dipl.-Chemiker

7.1 Allgemeines

Die Arbeitsgruppe IPZ 5d führt im Arbeitsbereich IPZ 5 Hopfen alle analytischen Untersuchungen durch, die zur Unterstützung von Versuchsfragen der anderen Arbeitsgruppen, insbesondere der Hopfenzüchtung, benötigt werden. Hopfen wird vor allem wegen seiner wertvollen 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. 7.1).



Abb. 7.1: Die wertvollen 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 4,5 -5,0 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.

Ursprünglich wurde im Mittelalter der Hopfen als Rohstoff für das Bierbrauen entdeckt, um das Bier wegen seiner antimikrobiellen Eigenschaften haltbarer zu machen. Heute ist die Hauptaufgabe des Hopfens, dem Bier die typisch feine Bittere und das angenehme feine Aroma zu verleihen. Daneben besitzt der Hopfen aber noch viele andere positive Eigenschaften (siehe Abb. 7.2).



Abb. 7.2: Was bewirkt Bier im Hopfen

7.2 Welche Ansprüche bezüglich seiner Inhaltsstoffe soll der Hopfen in Zukunft erfüllen?

Hopfen wird fast ausschließlich für das Bierbrauen angebaut. 95 % der produzierten Hopfenmenge findet in den Brauereien Verwendung und nur 5 % werden für alternative Anwendungen eingesetzt, wobei es Anstrengungen gibt diesen Bereich zu vergrößern (Abb. 7.3).

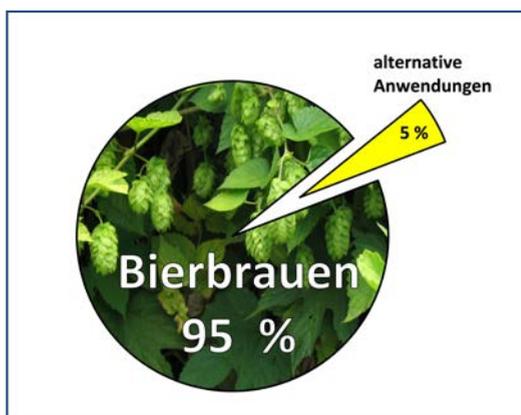


Abb. 7.3: Verwendung von Hopfen

7.2.1 Anforderungen der Brauindustrie

Bezüglich des Einsatzes des Hopfens in der Brauindustrie gibt es sehr unterschiedliche Philosophien. Manche haben nur Interesse an billiger alpha-Säure, andere wählen den Hopfen sehr bewusst nach Sorte und Anbaugebiet aus (Abb. 7.4)), dazwischen gibt es fließende Übergänge.

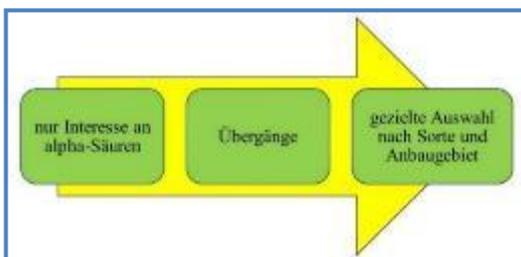


Abb. 7.4: Unterschiedliche Philosophien bezüglich des Einsatzes von Hopfen

Einig ist man sich jedoch darüber, dass Hopfensorten mit möglichst hohen α -Säuregehalten und hoher α -Säurestabilität in Bezug auf Jahrgangsschwankungen gezüchtet werden sollen. Der Klimawandel wird auch für den Hopfenanbau das größte Zukunftsproblem sein. Ein niedriger 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.

Die Öle sollen dem klassischen Aromaprofil entsprechen. Den Polyphenolen kommt bisher in der Brauindustrie noch keine große Bedeutung zu, obwohl die Polyphenole sicher zur Sensorik (Vollmundigkeit) beitragen und viele positive Effekte für die Gesundheit haben (siehe Kapitel 7.3.2).

7.2.1.1 Die speziellen Anforderungen der Craft Brewer

In den USA war die Craftbrewerbewegung ein großer Erfolg. Der Anteil der Craftbrauereien am Gesamtbeerumsatz liegt bei etwa 14 %. Weltweit verbrauchen 2,5 % Craftbrewer 20 % der globalen Welthopfenernte. In Deutschland, wo traditionelle Bierstile bevorzugt werden, konnte sich die Craftbrewerszene aber nicht so stark durchsetzen.

Die Craft Brewer wollen Hopfen mit fruchtigen und blumigen Aromen, die nicht den klassischen Hopfenaromen entsprechen. Diese Hopfen werden unter dem Begriff „Special Flavour-Hops“ zusammengefasst.

7.2.1.2 Die Technik der 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 dem 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. 7.5).



Abb. 7.5: 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 Aromanoten 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 0,7 %. Der Nitrat-Grenzwert von 50 mg/l für Trinkwasser gilt jedoch nicht für Bier. Pflanzenschutzmittel sind eher unpolar und deswegen in Wasser nicht so gut löslich. Bei kalt gehopften Bieren ist gegenüber konventionellen Bieren keine Anreicherung bemerkbar.

7.2.2 Alternative Anwendungsmöglichkeiten

Für alternative Anwendungen können von der Hopfenpflanze 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 Isolations-eigenschaften 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 es vor allem die antimikrobiellen Eigenschaften der Bitterstoffe, die Hopfen für alternative Anwendungen nutzbar machen. Die Bitterstoffe zeigen schon in katalytischen Mengen (0,001-0,1 Gew. %) sowohl antimikrobielle als auch konservierende Effekte und zwar in der aufsteigenden Reihenfolge Iso- α -Säuren, α -Säuren und β -Säuren (Abb. 7.6).

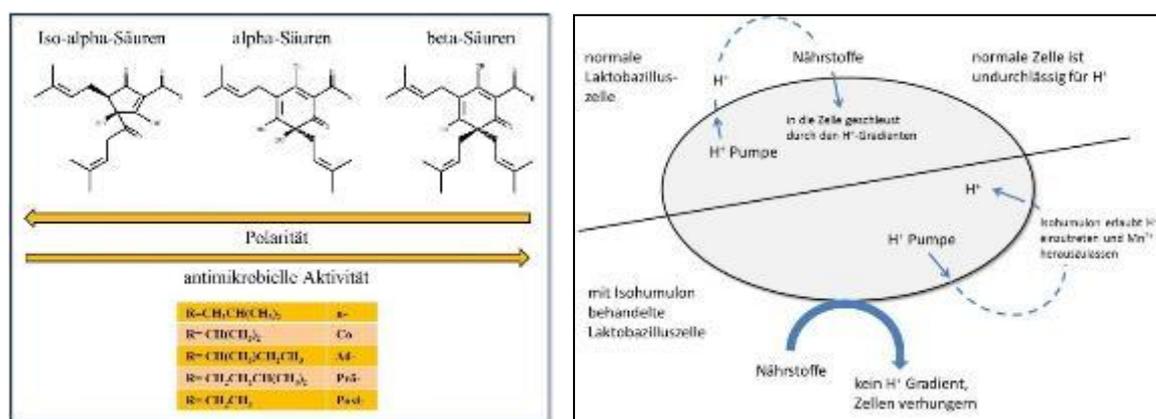


Abb. 7.6: Reihenfolge der antimikrobiellen Aktivität von Iso- α -Säuren, α -Säuren und β -Säuren und deren Wirkungsweise

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

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 β -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 β -Säuren ersetzt. Nachfolgend sind einige Anwendungen aufgezählt, die auf der antimikrobiellen Aktivität des Hopfens beruhen.

- β -Säuren kontrollieren gram-positive Bakterien (Clostridien, Listerien, Mycobacterium tuberculosis (Tuberkulose-Erreger))
- Einsatz als Konservierungsmittel in der Lebensmittelindustrie (Fisch, Fleischwaren, Milchprodukte)
- Hygienisierung von biogenen Abfällen (Klärschlamm, Kompost)
- Beseitigung von Schimmelpilzbefall
- Geruchs und Hygieneverbesserung von Streu
- Kontrolle von Allergenen
- Einsatz als Antibiotikum in der Tierernährung
- Biologische Kontrolle von Bakterien in der Zucker- und Ethanolindustrie (Ersatz von Formalin)

Für diese Anwendungsbereiche ist in der Zukunft sicher ein größerer Bedarf an Hopfen vorstellbar. Daher ist es auch ein Zuchtziel in Hüll, den β -Säuregehalt zu erhöhen. Momentan liegt der Rekord bei einem Gehalt um etwa 20 %. Es gibt sogar einen Zuchtstamm, der nur β -Säuren produziert und keine α -Säuren. Diese Sorte (Relax) 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. Im Jahresbericht 2021 wurden die Polyphenole sehr umfangreich behandelt, deshalb werden sie in diesem Jahresbericht kürzer dargestellt.

7.3 Die Polyphenole des Hopfens

Polyphenole sind sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, die von der Pflanze als Abwehrstoffe gegen Krankheiten und Schädlinge, als Wachstumsregulatoren und als Farbstoffe synthetisiert werden. Wegen ihrer antioxidativen Eigenschaften und ihre Fähigkeit freie Radikale einzufangen zu können, haben sie sehr viele positive Effekte für die Gesundheit. Die Abb. 7.7 zeigt das einfachste Polyphenol Hydrochinon und dessen Oxidation zu p-Benzochinon. Da Polyphenole selbst sehr leicht oxidiert werden können, besitzen sie ein antioxidatives oder auch reduktives Potential.

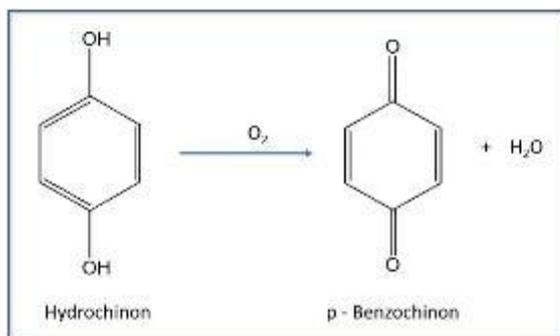


Abb. 7.7: Oxidation von Hydrochinon zu p-Benzochinon

Krankheiten, die auf oxidativen Prozessen beruhen, sind z.B. Krebs, Atherosklerose, Alzheimer und Parkinson. Die Polyphenole gehen wegen ihrer Polarität gut ins Bier über und ihre Bedeutung für die Sensorik ist momentan sicher noch unterschätzt und könnte in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Die Polyphenole des Hopfens können folgendermaßen eingeteilt werden (Abb. 7.8).

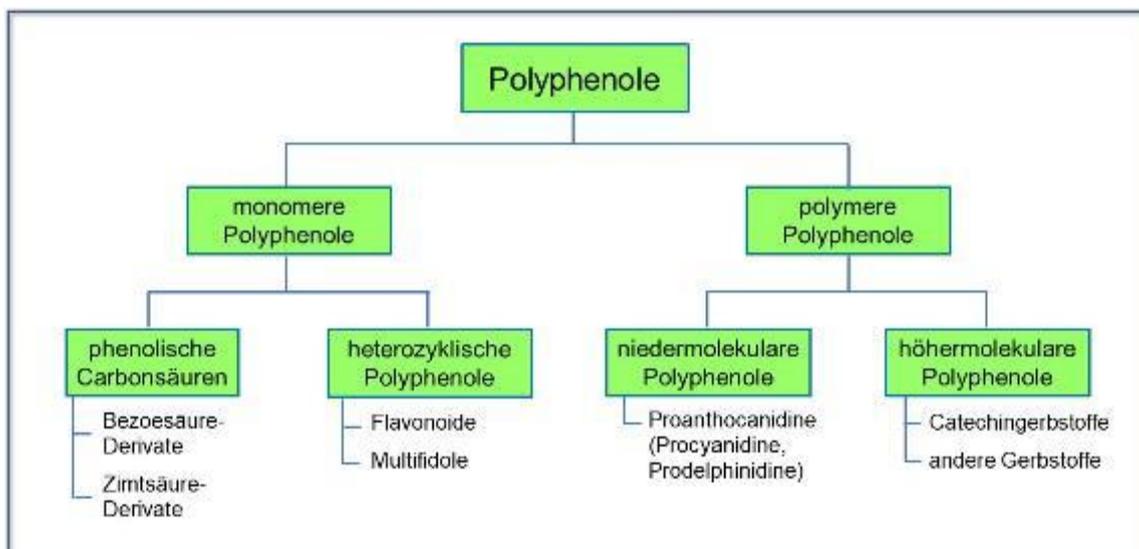


Abb. 7.8: Systematik der Polyphenole

In der Tab. 1.1 sind die Größenordnungen zusammengestellt mit der Polyphenole im Hopfen vorkommen.

Tab. 7.1: phenolische Substanzen im Hopfen

Substanzen und Substanzgruppen	Konzentrationen
phenolische Carbonsäuren	
1) Benzoesaure-Derivate	< 0,01 %
2) Zimtsäure-Derivate	0,01 – 0,03 %
Flavonoide	
3) Xanthohumol (Chalkone)	0,20 – 1,70 %
4) 8,6-Prenylnaringenin	< 0,01 %
5) Quercetinglykoside	0,05 – 0,23 %
6) Kämpferolglykoside	0,02 – 0,24 %
7) Catechine und Epicatechine	0,03 – 0,30 %
8) Acylphloroglucinol-Derivate (Multifidole)	0,05 – 0,20 %
höhermolekulare Substanzen	
9) Oligomere Proanthocyanidine	0,30 – 1,64 %
10) Catechingerbstoffe und Tannine	2,00 – 7,00 %

7.3.1 Isolierung, Identifikation und Analytik von Multifidolen im Hopfen

Dieses Forschungsprojekt wurde von der Wissenschaftlichen Station für Brauerei München e.V. für die Jahre 2020 und 2021 mit 10.000,- € gefördert. Aus Eigeninteresse wurden auch noch Proben der Ernte 2021 analysiert.

Die Quercetin- und Kämpferolglykoside als auch die Multifidole kommen im Hopfen in relativ hohen Konzentrationen vor, sind wegen ihrer Polarität gut wasserlöslich und haben niedrige Geschmacksschwellenwerte. Die Tab. 7.2 zeigt die Geschmacksschwellenwerte dieser Verbindungen nach Dr. M. Biendl und S. Cocuzza (Hartharze, Hopfenrundschau International, 2016/2017, 60 -68).

Tab. 7.2: Geschmacksschwellenwerte von niedermolekularen Polyphenolen des Hopfens und Prozentsatz der Biere, bei denen dieser überschritten wird

niedermolekulare Polyphenole	Geschmacksschwellenwert in mg/l	Prozentsatz der Biere über den Geschmacksschwellenwert
Quercetin-3-glukosid	0,9	86
Kämpferol-3-glukosid	0,5	95
Kämpferol-3-(malonyl)hexosid	2,7	1
Co-Multifidolglukosid	1,8	54

Die Multifidolglukoside sind auch pharmakologisch interessant, da sie entzündungshemmende Eigenschaften besitzen (Bohr, G., Gerhäuser, C., Knauft, J., Zapp, J., Becker, H.: „Anti-inflammatory Acylphloroglucinol Derivatives from Hops (*Humulus lupulus*), J. Nat. Prod. 2005, 68, 1545-1548).

Die Probenvorbereitung und die Analysenmethode mit HPLC sind im Jahresbericht 2021 sehr umfangreich beschrieben und sollen deshalb hier nicht mehr ausgeführt werden.

Die Abb. 7.9 zeigt Ergebnisse wichtiger Hopfensorten der Erntejahre 2019, 2020 und 2021. Die Sorten haben sehr unterschiedliche Gehalte. Den größten Co-Multifidolglukosidgehalt weist Herkules auf und den kleinsten Hersbrucker Spät. Die Sortenunterschiede sind über die drei Erntejahre hinweg gut reproduzierbar, was aussagt, dass die Multifidole sortenspezifisch genetisch festgelegt sind. Es besteht jedoch keine Korrelation zu den alpha-Säuregehalten. Manche Sorten mit hohen alpha-Säuregehalten wie Hall. Magnum oder Polaris haben einen eher geringeren Co-Multifidolglukosidgehalt. Andere Sorten wie Saphir mit geringem alpha-Säuregehalt haben einen hohen Co-Multifidolglukosidgehalt.

Wenn die Multifidole auch mit bis zu 0,2 % nicht zu den Hauptinhaltsstoffen des Hopfens gehören, können sie sicher zur Harmonie der Bittere beitragen. Die Rolle der Begleitbitterstoffe ist wissenschaftlich noch nicht geklärt.

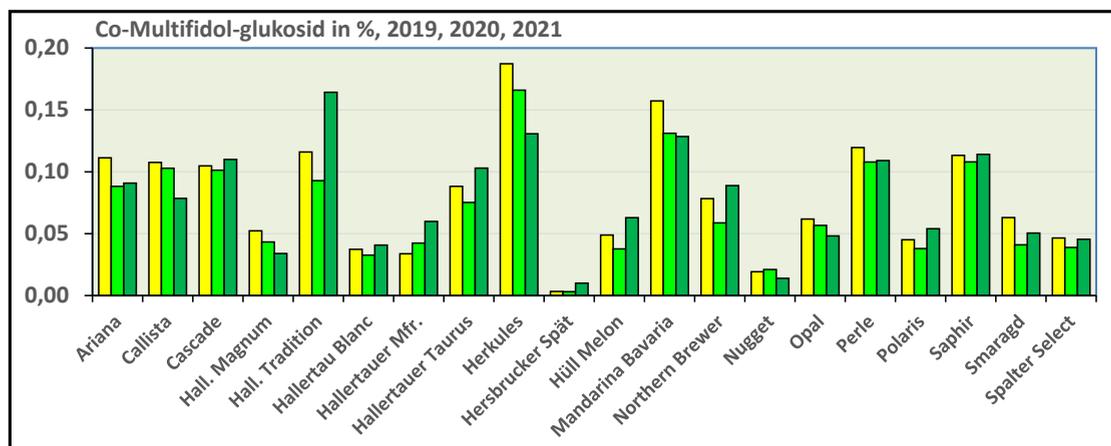


Abb. 7.9: Comultifidolglucosidgehalte in wichtigen Hopfensorten der Erntejahre 2019, 2020 und 2021

7.3.2 Die Bedeutung der Polyphenole für das Bier und die Gesundheit

Die Bedeutung der Polyphenole für das Bier wird in der Literatur eher kontrovers diskutiert. Viele Literaturstellen sagen jedoch aus, dass niedermolekulare Polyphenole durchaus positiv zu bewerten sind, da sie zur Vollmundigkeit des Bieres beitragen. Auf alle Fälle bringt man mit den Polyphenolen antioxidatives Potential ins Bier. Höhermolekulare Polyphenole verbinden sich über Wasserstoffbrückenbindungen mit Proteinen und es kommt zu Trübungen (Abb. 7.10). Deshalb sind höhermolekulare Polyphenole nicht erwünscht und werden mit Filtrierhilfsmitteln wie PVPP (Polyvinylpolypyrrolidon) entfernt.

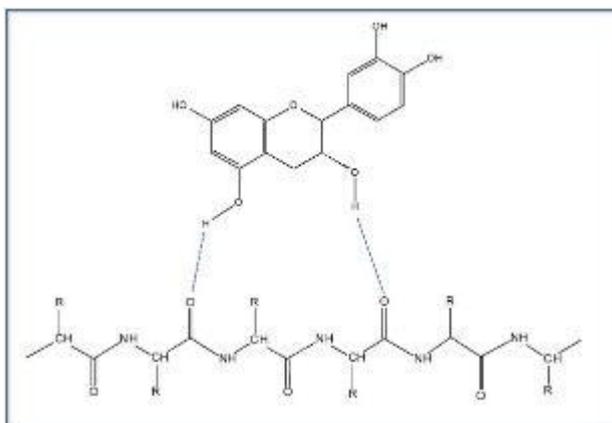


Abb. 7.10: Polyphenol-Protein-Komplex

Die Literatur über Polyphenole und Gesundheit ist schier unerschöpflich. Zusammenfassend kann man folgende Eigenschaften angeben:

- Polyphenole wirken im Körper als Antioxidantien
- Bestimmte Polyphenole wie die Catechine beugen Zahnkaries vor
- Polyphenole schützen vor Herzinfarkten und Krebserkrankungen
- Flavonoide verhindern die Zelloxidation
- Polyphenole sorgen für eine gute Darmflora

Es herrscht eindeutiger Konsens darüber, dass man sich sehr polyphenolreich ernähren sollte. Das heißt, man sollte sehr viel Obst und Gemüse essen. Hopfen ist im Vergleich zu anderen Früchten sehr polyphenolreich.

Von allen Hopfenpolyphenolen erlangte jedoch das Xanthohumol in den letzten Jahren 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. 7.11), am bedeutendsten ist jedoch die antikanzerogene Wirkung von Xanthohumol.

Während des Brauprozesses findet eine ständige Umwandlung der prenylierten Flavonoide statt (Abb. 7.11). 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.

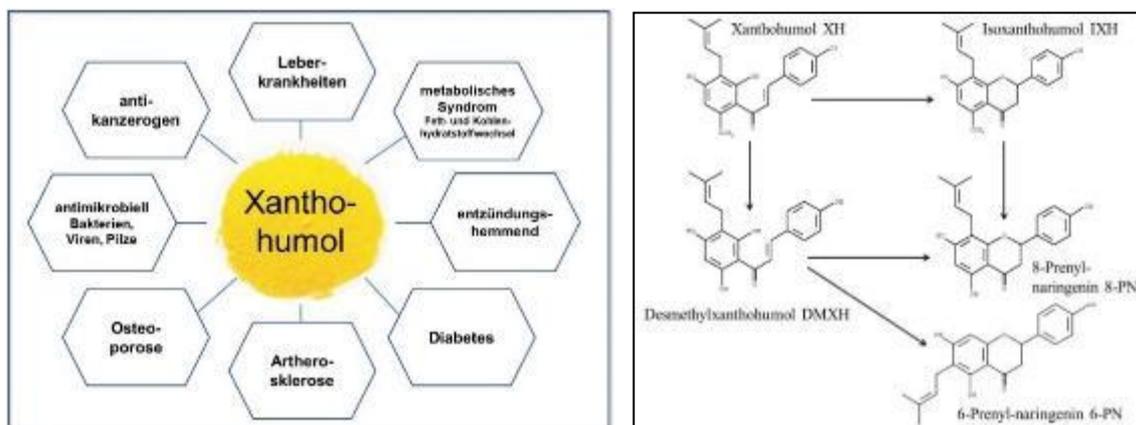


Abb. 7.11: Effekte von Xanthohumol und Transformationen im Brauprozess

8-Prenylnaringenin ist eines der stärksten Phytoöstrogene, die es überhaupt im Pflanzenreich gibt. Die östrogene Wirkung ist darauf zurückzuführen, dass 8-Prenylnaringenin eine ähnliche Struktur wie das weibliche Sexualhormon 17- β -Östradiol aufweist.

Die Multifidolglukoside haben entzündungshemmende Eigenschaften. Auf ihre Funktionsweise soll hier kurz eingegangen werden. Ausgangspunkt für Entzündungen ist die Arachidonsäure, die überall im Gewebe vorkommt. Wird Gewebe verletzt entstehen durch die Mitwirkung des Enzyms Cyclooxygenase erst Prostaglandin G_2 und dann durch eine Oxidation Prostaglandin H_2 (Abb. 7.12). Aus dem Prostaglandin H_2 kann eine ganze Kaskade von verschiedenen Prostaglandinen abgeleitet werden. Diese lösen die verschiedenen Abwehrreaktionen des Körpers aus, darunter auch Entzündungsprozesse.

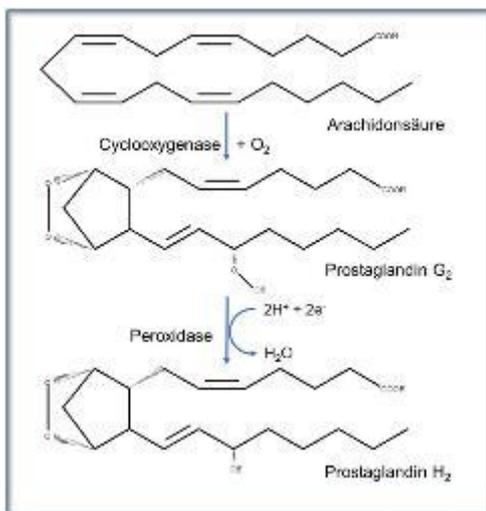


Abb. 7.12: Arachidonsäure als Ausgangspunkt für Prostaglandin G₂ und H₂

Die Wirkungsweise vieler bekannter Schmerzmittel beruht auf der Blockierung der Cyclooxygenase. Darunter sind z.B. so bekannte wie:

- Acetylsalicylsäure (Aspirin)
- Ibuprofen
- Naproxen
- Diclofenac (Voltaren)

Aber auch das Co-Multifidolglukosid des Hopfens ist in der Lage Cyclooxygenase zu hemmen.

7.4 Die ätherischen Öle des Hopfens

Durch die Craftbrewerbewegung haben die ätherischen Öle an Bedeutung gewonnen. Die Abb. 7.13 zeigt eine systematische Einordnung der Öle. In der Literatur wird von 300 – 400 ÖlkompONENTEN gesprochen. Im Hüller Labor können wir 143 Substanzen bestimmen.

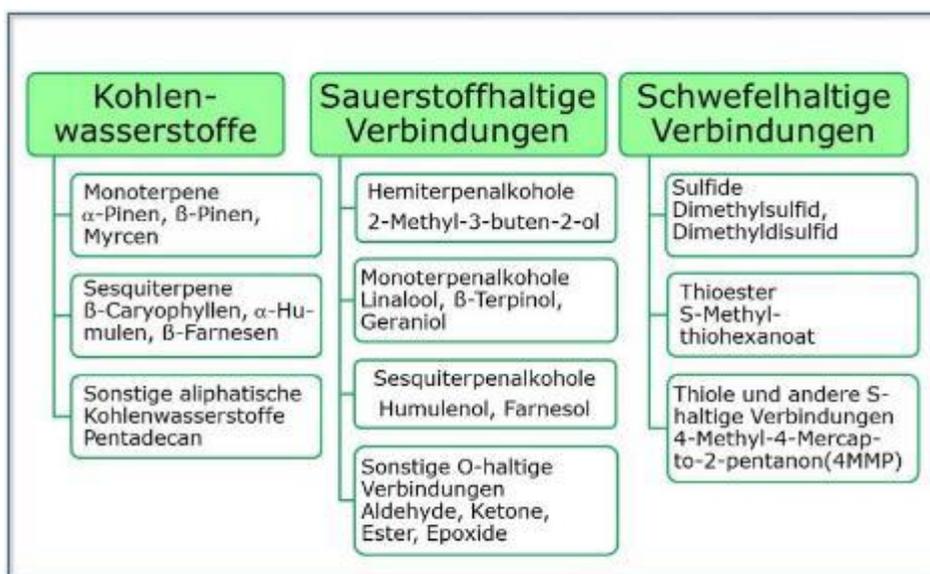


Abb. 7.13: Systematische Einordnung der ätherische Hopfenöle

Das Hüller Labor interessiert sich für folgende drei Fragestellungen hinsichtlich der ätherischen Öle:

- Welche Ölkomponenten sind für die Sortenunterscheidung wichtig?
- Welche Substanzen bestimmen das Aroma des Hopfens?
- Welche Substanzen gehen ins Bier über?

Für die Sortenunterscheidung sind vor allem Sesquiterpene wie β -Ocimen, β -Caryophyllen, Aromadendren, Humulen, β -Farnesen, α -Selinen, β -Selinen, β/γ -Cadinen und 3,7-Selinadien wertvoll, obwohl diese Substanzen nichts zum Aroma beitragen und als unpolare Substanzen auch nicht ins Bier übergehen. Das Hopfenaroma bestimmen vor allem Myrcen, Linalool und polyfunktionale Thiole wie das 4-Mercapto-4-Methyl-2-pentanon (4-MMP). Ins Bier werden, wie in Punkt 7.2.1.2 dargestellt, polare Substanzen transferiert. Das sind die Terpenalkohole, niedermolekulare Ester und polyfunktionale Thiole.

7.5 Welthopfensortiment (Ernte 2021)

Vom Welthopfensortiment werden jedes Jahr die ätherischen Öle mit Headspace-Gaschromatographie und die Bitterstoffe mit HPLC analysiert. Die Tabelle 7.3 zeigt die Ergebnisse des Erntejahres 2021. Sie kann als Hilfsmittel dienen, um unbekannte Hopfensorten einem bestimmten Sortentyp zuzuordnen.

Die Inhaltsstoffe des Hopfens sind sortentypisch über die DNA festgelegt, wobei jedoch sehr viele äußere sogenannte exogene Faktoren bei der Ausprägung der morphologischen Erscheinung als auch der Inhaltsstoffe (Metabolom) eine Rolle spielen (Abb. 7.14)



Abb. 7.14: Die Morphologie und das Metabolom des Hopfens werden durch viele exogene Faktoren festgelegt

Tab. 7.3: Welthopfensortiment Ernte 2021

Sorte	Myrcen	2-Methylbutylisobutyrat	Methylisoheptanoat	β -Ocimen	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	β -Farnesen	γ -Muurolen	β -Selinen	α -Selinen	β/γ -Cadinen	3,7-Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/α	Co-humolon	Co-lupulon
Admiral	13864	2260	1	306	90	0	18	691	0	22	2	5	16	0	1	16,7	4,8	0,29	37,4	73,7
Agnus	2847	241	0	49	17	0	11	280	0	22	5	9	16	0	6	11,3	5,2	0,46	31,5	55,4
Ahil	12177	1349	149	29	41	0	38	310	103	18	6	12	16	1	19	8,8	3,5	0,40	36,6	81,0
Alliance	5168	542	0	14	39	0	17	614	0	22	2	4	19	0	0	6,3	2,4	0,38	32,5	57,3
Ariana	14849	1288	272	444	43	0	35	668	0	24	18	39	21	2	2	9,7	4,4	0,45	37,4	64,1
Atlas	14443	2259	145	61	54	0	5	325	131	18	6	13	17	1	36	7,8	3,6	0,46	41,5	78,3
Backa	13856	2008	3	114	84	0	21	510	30	23	1	4	22	0	2	8,7	2,8	0,32	37,4	71,8
Belgisch Spalter	4294	518	2	96	41	10	30	377	0	26	21	49	13	77	1	7,1	2,9	0,41	24,6	47,6
Blisk	10551	1106	151	39	64	0	4	379	115	22	5	10	21	0	19	10,2	3,7	0,37	33,5	65,3
Bor	7394	583	7	568	23	0	24	658	0	18	2	4	20	0	5	10,9	3,2	0,29	23,3	49,1
Bramling Cross)	13288	766	0	38	82	0	36	647	0	16	7	16	15	0	1	4,6	2,6	0,57	42,2	62,6
Braustern	4507	501	2	339	15	0	16	497	0	22	2	3	18	0	1	12,1	4,7	0,38	27,7	55,1
Brewers Gold	6596	803	103	183	33	0	5	392	0	20	5	9	18	0	17	8,9	4,0	0,45	38,1	64,0
Bullion	10431	834	100	222	29	0	13	474	3	19	3	7	17	1	2	9,7	3,4	0,35	38,2	67,1
Callista	15138	940	210	40	110	0	36	673	7	28	28	61	24	0	1	5,3	5,6	1,05	28,8	44,5
Cascade	18378	1390	177	115	65	0	16	469	87	21	8	18	17	0	9	6,4	4,3	0,67	35,5	55,0
Challenger	9115	1198	4	334	54	0	38	602	0	22	30	71	17	2	0	5,5	4,2	0,76	26,3	42,7
Chang bei 1	9299	261	15	14	59	0	43	486	9	31	15	34	25	35	2	5,4	3,5	0,64	35,2	51,6
Chang bei 2	9458	15	18	26	67	0	54	490	13	23	11	24	20	37	1	5,2	3,2	0,60	30,7	46,7
Chinook	4203	752	70	46	18	0	7	415	0	74	9	19	54	38	10	10,2	3,2	0,32	31,7	54,3
Columbus	6414	841	62	44	27	0	2	385	0	65	9	17	46	31	3	13,2	5,4	0,41	35,2	70,3
Comet	4639	244	45	180	25	0	8	16	0	6	27	62	4	29	3	11,2	4,1	0,37	36,8	75,9
Crystal	10089	404	9	250	69	34	12	478	3	31	26	59	18	84	1	5,5	4,4	0,80	26,1	44,3
Density	9336	701	4	62	66	0	29	634	0	18	2	4	17	0	1	5,0	2,7	0,53	39,1	62,9
Early Choice	4198	488	1	302	16	0	13	515	0	18	32	76	14	0	2	4,4	1,7	0,40	31,2	66,4

Sorte	Myrcen	2-Methylbutylisobutyrat	Methylisoheptanoat	β -Ocimen	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	β -Farnesen	γ -Muurolen	β -Selinen	α -Selinen	β/γ -Cadinen	3,7-Selinadien	Gera- niol	α -Säu- ren	β -Säu- ren	β/α	Co- humolon	Co- lupulon
Eastwell Golding	5527	496	1	109	32	0	19	612	0	20	2	5	18	0	1	7,6	2,7	0,36	30,3	55,1
Emerald	4614	287	26	161	17	0	28	654	0	18	2	3	15	0	1	8,8	3,8	0,43	31,6	53,4
Estera	4991	619	0	99	42	0	17	312	24	20	2	4	21	0	1	5,2	2,8	0,55	29,1	54,1
Galena	14678	2325	398	1192	22	0	21	524	0	23	5	11	21	2	2	8,1	5,7	0,70	38,5	63,6
Ging Dao Do Hua	8056	1698	1	12	42	0	21	558	0	79	40	85	61	1	7	6,2	4,5	0,73	51,9	66,1
Golden Star	10339	1453	0	13	37	0	15	583	0	78	39	83	58	0	5	6,3	4,2	0,66	52,2	66,4
Granit	6571	624	9	178	10	0	65	481	0	17	6	12	13	0	2	11,0	3,3	0,30	29,3	55,9
Hallertau Blanc	59211	4912	770	236	177	0	49	234	5	32	438	988	32	1	11	10,1	4,3	0,42	27,7	45,1
Hallertauer Gold	13679	950	136	98	80	0	32	679	0	20	4	8	18	0	1	7,8	4,0	0,51	26,3	48,4
Hallertauer Magnum	10959	696	234	182	24	0	17	661	0	18	2	4	16	0	1	15,4	5,8	0,38	25,7	48,9
Hallertauer Merkur	3976	555	88	61	39	0	19	595	0	24	2	4	22	0	1	13,4	4,4	0,33	15,6	38,0
Hallertauer Mfr.	2984	354	8	21	52	0	23	592	0	29	2	4	24	0	2	4,1	4,8	1,17	18,1	34,4
Hallertauer Taurus	12871	682	123	117	94	0	37	638	0	23	46	102	23	0	3	16,6	3,8	0,23	20,7	42,3
Hallertauer Tradition	7536	825	35	76	71	0	26	663	0	21	1	3	20	0	0	7,5	2,9	0,39	24,1	46,5
Harmony	7172	345	22	136	64	0	45	574	0	22	52	112	22	0	4	11,4	5,1	0,45	20,1	40,8
Herkules	11468	1123	255	540	26	0	26	668	0	19	2	3	17	0	9	17,2	4,6	0,27	30,5	60,5
Hersbrucker Pure	5763	551	17	123	56	7	31	523	0	23	11	26	18	45	2	4,6	2,6	0,57	23,9	41,6
Hersbrucker Spät	6304	246	24	49	53	37	28	498	0	30	21	47	18	86	1	4,3	4,9	1,14	18,8	31,9
Huell Melon	26831	3747	33	311	54	0	50	428	171	41	137	288	40	99	11	8,5	6,5	0,77	31,4	48,1
Hüller Anfang	4075	493	29	17	47	0	18	621	0	26	2	4	21	0	0	4,5	4,7	1,03	24,6	42,8
Hüller Aroma	5331	488	4	11	68	0	24	647	0	26	2	4	25	0	0	5,1	3,7	0,72	33,7	51,2
Hüller Fortschritt	5889	367	24	16	68	0	24	658	0	22	2	4	22	0	0	4,7	4,4	0,93	31,0	48,3
Hüller Start	4061	294	1	63	26	0	30	637	0	26	2	4	23	0	1	3,9	3,4	0,87	30,6	46,1
Kirin 1	10767	1593	1	25	42	0	17	538	0	76	32	69	61	0	6	6,1	4,5	0,73	54,6	69,6
Kirin 2	10193	1663	1	18	38	0	15	553	0	86	41	85	66	0	6	6,9	4,9	0,71	52,8	66,6
Kitamidori	5192	130	34	141	11	0	11	323	12	26	2	4	22	0	1	11,3	3,1	0,28	24,4	38,0
Kumir	5783	501	4	216	47	0	28	631	0	20	2	4	19	0	1	10,8	4,1	0,38	20,5	44,9

Sorte	Myrcen	2-Methylbutylisobutyrat	Methylisoheptanoat	β -Ocimen	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	β -Farnesen	γ -Muurolen	β -Selinen	α -Selinen	β/γ -Cadinen	3,7-Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/α	Co-humulon	Co-lupulon
Late Cluster	18962	1947	184	273	79	12	37	310	28	108	39	83	65	109	7	7,2	3,8	0,53	28,4	48,9
Lubelsky	7947	82	11	41	45	0	41	438	76	18	6	14	18	0	3	8,8	4,8	0,55	29,1	48,1
Mandarina Bavaria	20637	2393	53	111	66	0	29	656	3	34	67	33	32	0	15	10,0	4,0	0,40	33,6	62,6
Mt. Hood	4805	322	77	50	33	0	18	540	0	31	2	4	25	0	2	5,7	4,6	0,80	22,6	43,5
Neoplanta	3893	460	1	197	12	0	13	286	12	20	2	4	21	0	1	7,4	2,8	0,37	38,2	75,9
Neptun	4740	522	164	50	40	0	8	465	0	24	1	3	21	0	1	16,7	4,4	0,26	23,4	51,8
Northdown	4583	509	4	232	30	0	13	507	0	19	2	4	18	0	1	9,3	4,6	0,49	25,7	48,5
Northern Brewer	4495	670	4	321	19	0	25	560	0	20	1	3	19	0	2	9,5	4,3	0,45	23,5	41,8
Nugget	5411	299	6	98	28	0	15	423	0	15	8	17	11	0	0	11,1	3,5	0,32	31,8	56,9
Opal	7167	575	53	272	90	0	29	550	0	22	2	1	18	2	4	6,4	3,9	0,60	19,3	36,8
Orion	4122	545	16	95	42	0	23	476	0	23	1	3	22	0	1	9,2	3,7	0,40	33,6	62,5
Perle	4979	532	4	283	16	0	18	565	0	19	1	3	15	0	1	9,4	3,7	0,39	33,0	57,2
Polaris	7515	514	92	310	13	0	16	472	0	20	1	3	20	0	1	18,1	3,8	0,21	25,8	57,1
Premiant	4760	534	17	196	49	0	31	568	0	20	1	3	15	0	1	7,9	3,8	0,48	22,7	45,2
Progress	23639	2146	301	417	70	12	37	445	0	99	36	77	66	83	6	11,2	4,8	0,42	34,1	63,0
Record	6462	242	18	19	60	0	25	644	0	21	2	4	21	0	0	5,4	6,2	1,15	24,9	41,8
Relax	9940	552	226	26	87	0	35	693	0	28	25	56	23	1	3	3,2	7,6	2,35	19,4	33,3
Rottenburger	9585	230	1	15	72	0	33	676	0	22	3	7	19	0	0	5,2	5,5	1,05	32,6	45,0
Rubin	5552	532	132	150	25	0	11	513	0	26	45	93	24	0	11	14,9	3,7	0,25	27,4	55,5
Saazer	10696	16	16	58	75	0	77	546	176	23	2	4	20	0	6	4,5	3,9	0,88	21,9	39,8
Saphir	9516	546	67	165	58	4	76	516	0	22	9	20	18	34	1	6,4	4,7	0,73	25,6	44,5
Serebrianker	5338	345	3	92	47	0	15	430	5	24	23	47	21	0	5	3,5	5,3	1,53	24,6	43,7
Sladek	5399	428	7	181	43	0	28	627	0	22	2	4	19	0	1	11,6	3,8	0,33	18,9	41,3
Smaragd	10198	251	64	84	77	0	32	636	0	23	2	0	22	1	4	7,4	2,5	0,34	21,6	37,5
Sorachi Ace	10753	642	5	237	24	0	26	637	5	24	2	4	24	1	3	12,8	4,7	0,37	31,4	58,6
Spalter	10496	9	10	70	95	0	51	548	186	22	2	3	22	0	10	3,8	5,5	1,47	23,2	38,6
Spalter Select	22061	988	52	100	165	13	40	478	182	23	16	38	14	75	2	7,5	3,2	0,43	27,8	49,5

Sorte	Myrcen	2-Methylbutylisobutyrat	Methylisoheptanoat	β -Ocimen	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	β -Farnesen	γ -Muurolen	β -Selinen	α -Selinen	β/γ -Cadinen	3,7-Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/α	Co-humulon	Co-lupulon
Strisselspalter	6141	176	21	66	62	38	29	472	0	31	24	54	13	95	1	4,7	4,5	0,98	19,8	36,0
Talisman	8925	742	5	476	18	0	19	554	0	20	1	3	18	0	0	10,9	3,8	0,35	27,2	50,3
Target	10507	1265	3	180	76	0	51	455	0	42	6	11	35	17	1	11,0	4,2	0,38	35,7	68,1
Tettnanger	7290	54	12	60	71	0	59	490	99	26	2	4	20	0	11	4,4	4,2	0,96	22,1	38,9
Viking	12230	586	45	332	37	53	49	467	95	22	26	59	19	1	2	8,9	4,2	0,47	23,9	45,3
Vojvodina	11076	983	4	296	24	0	30	545	5	17	1	3	15	0	4	7,5	2,6	0,34	34,2	67,1
WFG	10804	20	9	57	90	0	55	642	122	22	3	7	22	0	8	5,9	4,3	0,72	21,8	41,1
Willamette	5389	605	4	44	41	0	10	280	19	21	2	5	22	0	2	3,9	2,8	0,71	34,2	53,3
Xantia	12800	1007	66	578	24	0	22	377	100	22	32	72	20	1	3	15,3	4,4	0,29	31,4	68,3
Yeoman	6062	822	71	209	25	0	19	528	0	19	31	70	22	0	6	13,8	4,2	0,30	27,3	58,6
Zatecki	5606	619	1	167	49	0	18	318	14	19	2	5	18	0	2	5,5	2,7	0,49	29,0	51,2
Zenith	8207	579	4	229	58	0	33	627	0	23	61	138	22	0	1	11,0	2,9	0,27	30,2	60,5
Zeus	6137	668	70	29	24	0	2	381	0	62	8	17	44	29	2	14,5	4,2	0,29	33,5	70,5
Zitic	6719	46	23	132	27	0	51	644	0	21	2	4	23	0	11	10,1	4,3	0,42	21,7	43,9

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

7.6 Qualitätssicherung bei der α -Säurenanalytik für Hopfenlieferungsverträge

7.6.1 Ringanalysen zur Ernte 2022

Seit dem Jahr 2000 gibt es bei den Hopfenlieferverträgen eine Zusatzvereinbarung, in der die α -Säuregehalte Berücksichtigung finden. Der im Vertrag vereinbarte Preis gilt, wenn der α -Säuregehalt in einem sogenannten Neutralbereich liegt. Wird dieser Neutralbereich über- bzw. unterschritten, gibt es einen Zu- oder Abschlag. Im Pflichtenheft der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik ist genau festgelegt, wie mit den Proben verfahren wird (Probenteilung, Lagerung), welche Laboratorien die Nachuntersuchungen durchführen und welche Toleranzbereiche für die Analysenergebnisse zugelassen sind. Auch im Jahr 2022 hatte die Arbeitsgruppe IPZ 5d wieder die Aufgabe, Ringanalysen zu organisieren und auszuwerten, um die Qualität der α -Säurenanalytik sicherzustellen.

Im Jahr 2022 haben sich folgende Laboratorien an dem Ringversuch beteiligt.

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

Der Ringversuch startete im Jahr 2022 am 06. September und endete am 04. 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 (Abb. 7.15), vakuumverpackt und zu den einzelnen Laboratorien gebracht. An den darauffolgenden Wochentagen wurde immer eine Probe pro Tag analysiert. Die Analysenergebnisse wurden eine Woche später nach Hüll zurückgegeben und dort ausgewertet. Im Jahr 2021 wurden insgesamt 35 Proben analysiert.



Abb. 7.15: Hammermühle und Probenteiler

Die Auswertungen wurden so schnell wie möglich an die einzelnen Laboratorien weitergegeben. Die Abb. 7.16 zeigt eine Auswertung als Beispiel, wie ein Ringversuch im Idealfall aussehen sollte. Die Nummerierung der Laboratorien (1-7) entspricht nicht der obigen Zusammenstellung.

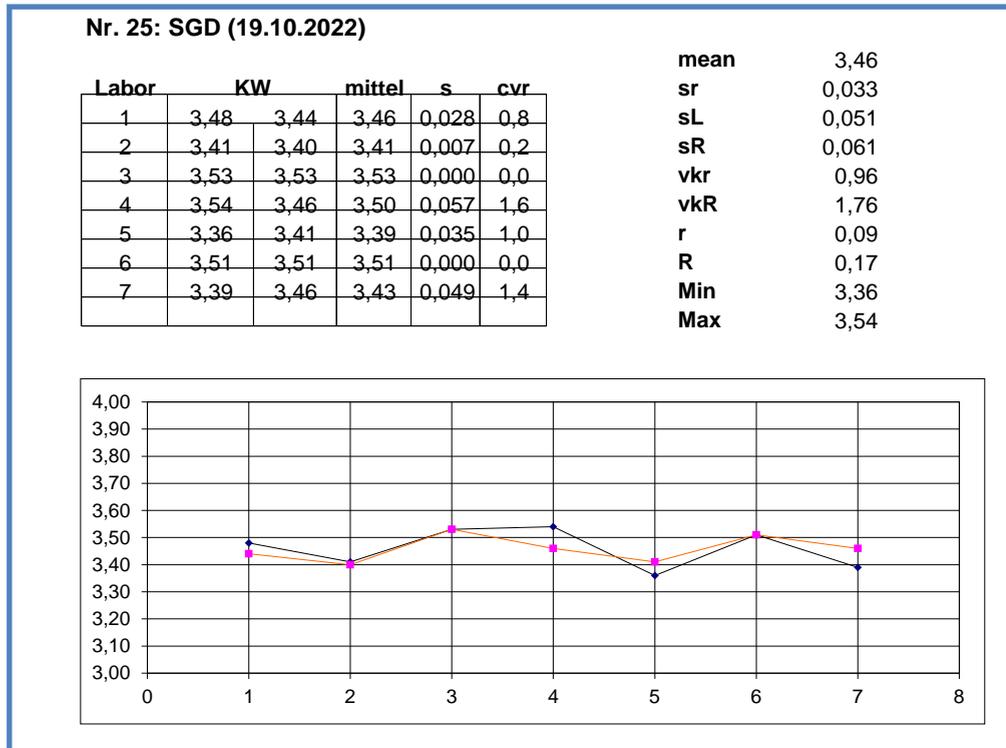


Abb. 7.16: Auswertung einer Ringanalyse als Beispiel

Die Berechnung der Ausreißertests erfolgt gemäß DIN ISO 5725. Innerhalb der Laboratorien wurde der Cochran-Test (Formel 7-1) und zwischen den Laboratorien der Grubbs-Test (Formel 7-2) gerechnet.

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

Formel 7-1

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.

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

Formel 7-2

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. 7.4 sind die Ausreißer des Jahres 2022 zusammengestellt.

Tab. 7.4: Ausreißer des Jahres 2022

Probe	Cochran		Grubbs	
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$
1				Labor 3
9		Labor 4		
10		Labor 4		
22		Labor 7		
Gesamt:	0	3	0	1

Die Toleranzgrenze $d_{krit.}$, die die Differenz angibt innerhalb der Messungen nicht unterschieden werden können, berechnet sich nach Formel 7-3, wobei r die Wiederholbarkeit und R die Reproduzierbarkeit ist (Formel 7-4).

$$d_{krit.} = |x_1 - x_2|_{krit.} = \sqrt{R^2 - \frac{r^2}{2}}$$

$$r = s_r * 2,8 \rightarrow R = s_R * 2,8$$

Formel 7-3

Formel 7-4

Seit dem Jahr 2013 gibt es 5 alpha-Klassen und neue Toleranzgrenzen. Die Tab. 1.1 zeigt die neue Einteilung und die Überschreitungen des Jahres 2022.

Tab. 7.5: aktualisierte alpha-Säurenklassen und Toleranzgrenzen sowie deren Überschreitungen im Jahr 2022

	< 5,0 %	5,0 % - 8,0 %	8,1 % - 11,0 %	11,1 % - 14 %	> 14,0 %
d kritisch	+/-0,3	+/-0,4	+/-0,5	+/-0,6	+/- 0,7
Bereich	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
Überschreitungen im Jahr 2021	0	0	0	0	0

Im Jahr 2022 gab es keine Überschreitungen der zugelassenen Toleranzgrenzen.

In der Abb. 7.17 sind alle Analysenergebnisse für jedes Labor als relative Abweichungen zum Mittelwert (= 100 %) differenziert nach α -Säuregehalten $<5\%$, $\geq 5\%$ und $<10\%$ sowie $\geq 10\%$ zusammengestellt. Aus dieser Grafik kann man sehr gut erkennen, ob ein Labor tendiert, zu hohe oder zu tiefe Werte zu analysieren.

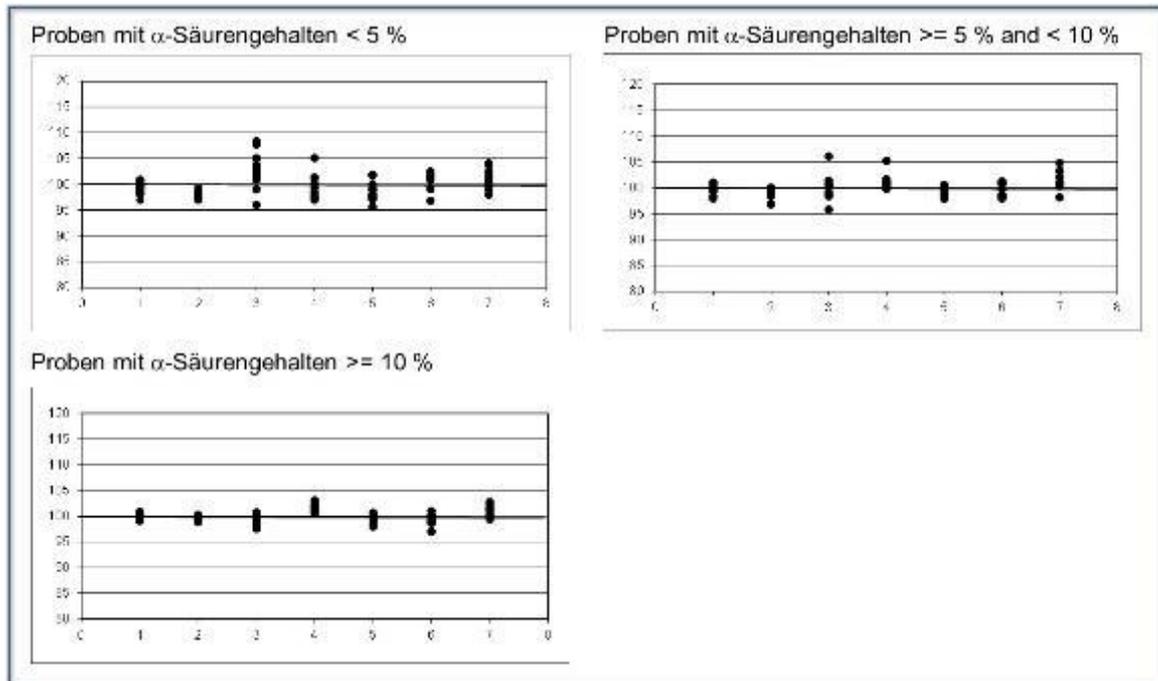


Abb. 7.17: Analysenergebnisse der Laboratorien relativ zum Mittelwert

Das Hüller Labor hat die Nummer 5. Im Jahr 2022 waren die α -Säuregehalte sehr niedrig, deshalb gab es wieder mehr Proben mit niedrigeren α -Säuregehalten unter 5% .

7.6.2 Auswertung von Kontrolluntersuchungen

Zusätzlich zu den Ringversuchen werden seit dem Jahr 2005 Kontrolluntersuchungen durchgeführt, die die Arbeitsgruppe IPZ 5d auswertet und dann die Ergebnisse an die beteiligten Laboratorien sowie an den Hopfenpflanzer- und Hopfenwirtschaftsverband weitergibt. Ein Erstuntersuchungslabor wählt drei Proben pro Woche aus, die dann gemäß des Pflichtenhefts der AHA von drei verschiedenen Laboratorien analysiert werden. Der Erstuntersuchungswert gilt, wenn der Mittelwert der Nachuntersuchung und der Erstuntersuchungswert innerhalb der Toleranzgrenzen (Tab. 7.5) liegen. Die Tab. 7.6 zeigt die Ergebnisse des Jahres 2022. Nur in einem einzigen Fall wurde der Erstuntersuchungswert nicht bestätigt (gelbe Markierung). Seit der Ernte 2020 ist auch das Labor der BayWa Tettang ein Nachuntersuchungslabor.

Tab. 7.6: Kontrolluntersuchungen des Jahres 2022

Proben- bezeichnung	Erstunter- suchungslabor	Erstunter- suchung	Nachuntersuchung			Mittel- wert	Ergebnis bestätigt
			1	2	3		
31199 HTR	Agrolab	5,9	5,9	5,9	6,0	5,92	ja
31149 HAL	Agrolab	3,7	3,7	3,7	3,7	3,71	ja
30419 NBR	Agrolab	5,4	5,1	5,2	5,2	5,18	ja
1 TET Partiennr. 18200	BayWa	2,7	2,1	2,1	2,2	2,13	nein
12 HTR Partiennr. 34601	BayWa	4,5	4,3	4,4	4,4	4,37	ja
52 HMG Partiennr. 2329058	BayWa	11,8	11,9	12,1	12,1	12,04	ja
HHTU, KW 38 - 31687	HVG Mainburg	14,3	14,1	14,1	14,3	14,19	ja
HHMG, KW 38 - 31326	HVG Mainburg	11,0	10,7	10,9	11,3	10,97	ja
HHTR, KW 38 -31334	HVG Mainburg	3,7	3,5	3,7	3,8	3,66	ja
KW 39-PER, Agrolab Nr. 36845	HV St. Johann	3,5	3,2	3,3	3,4	3,31	ja
KW 39-HMG, Agrolab Nr. 35187	HV St. Johann	9,7	9,4	9,6	9,9	9,62	ja
KW 39-HKS, Agrolab Nr. 35973	HV St. Johann	13,1	13,0	13,1	13,3	13,14	ja
KW 40-HKS 1	HHV Au	15,6	15,3	15,4	15,9	15,54	ja
KW 40-HKS 2	HHV Au	13,6	13,5	13,8	13,9	13,72	ja
KW 40-HKS 3	HHV Au	14,2	14,3	14,4	14,5	14,41	ja
Probe 1, 40786 HMG	Agrolab	10,5	10,3	10,3	10,4	10,33	ja
Probe 2, 40662 CAL	Agrolab	3,0	2,0	3,0	3,1	2,99	ja
Probe 3, 40754 HKS	Agrolab	16,9	16,9	17,0	17,2	17,02	ja
560, Sorte HKS, Partiennr. 42812	BayWa	16,2	15,5	15,7	16,2	15,79	ja
485, Sorte HTR, Partiennr. 35141	BayWa	5,2	5,0	5,1	5,2	5,10	ja
644, Sorte HAL, Partiennr. 28242	BayWa	3,7	3,5	3,5	3,6	3,55	ja
HPLA, KW 43- 39903	HVG Mainburg	18,8	18,7	19,1	19,3	19,03	ja
HHKS, KW 43- 40251	HVG Mainburg	17,9	18,0	18,2	18,3	18,17	ja
HHMG, KW 43- 39391	HVG Mainburg	10,7	10,7	10,7	11,0	10,79	ja
KW 44 - 41066, NUG	HV St. Johann	9,4	9,2	9,2	9,4	9,28	ja
KW 44 – 39922, HKS	HV St. Johann	13,3	12,8	13,0	13,2	12,99	ja
KW 44 -41048, HTU	HV St. Johann	14,0	13,9	14,0	14,2	14,02	ja
KW 45 - HMG	HHV Au	11,3	11,2	11,5	11,6	11,43	ja
KW 45 - HKS	HHV Au	14,2	14,1	14,2	14,7	14,33	ja
KW 45 - PLA	HHV Au	16,6	16,1	16,4	16,6	16,37	ja

7.6.3 Nachuntersuchungen der Ernte 2022

Seit dem Jahr 2019 ist das Labor in Hüll als Nachuntersuchungslabor eingebunden und wertet die Ergebnisse aus. Ab der Ernte 2020 wurde dann auch das Labor der BayWa in Tett nang als Untersuchungslabor zugelassen (Tab. 7.7).

Tab. 7.7: Verteilungsschlüssel Nachuntersuchungslabore

Labor der Erstuntersuchung	Labore der Nachuntersuchung		
HHV Au HHV Mainburg	HVG Mainburg	HV St. Johann	LfL Hüll
HV St. Johann	HVG Mainburg	HHV Mainburg	LfL Hüll
HVG Mainburg	HV St. Johann	HHV Mainburg	LfL Hüll
AGROLAB	HV St. Johann	HHV Au	LfL Hüll
BayWa Tett nang	HV St. Johann	HHV Au	LfL Hüll

Die Auswertung der Nachuntersuchung wird als LfL Nachuntersuchungsbericht innerhalb von drei Werktagen nach Eingang der Nachuntersuchungsergebnisse an das Erstuntersuchungslabor übermittelt, das umgehend eine Weiterleitung an den Auftraggeber der Nachuntersuchung veranlasst. Im Jahr 2022 gab es insgesamt 42 Nachuntersuchungen. Nur in einem einzigen Fall wurde der Erstuntersuchungswert nicht bestätigt. Die Tab. 7.8 zeigt die Nachuntersuchungsergebnisse in aufsteigender zeitlicher Reihenfolge. Vor allem bei der Sorte Herkules und bei der Hopfenveredlung St. Johann gab es viele Nachuntersuchungen.

Tab. 7.8: Nachuntersuchungen des Jahres 2022

Proben- bezeichnung	Erstunter- suchungslabor	Erstunter- suchung	Nachuntersuchung			Mittel- wert	Ergebnis bestätigt
			1	2	3		
Probe 31638, Sorte DE H HTR	HV St. Johann	7,1	6,9	7,0	7,2	7,03	ja
Probe 30651, Sorte DE H HTR	HV St. Johann	6,0	5,7	5,7	5,9	5,77	ja
Sorte HPLA, Analysen Nr. Agrolab 33016, Analysen Nr. HVG 1623/24	HVG Mainburg	14,7	14,5	14,6	14,9	14,67	ja
Agrolab-Analysennr. 36827, Partiennummer 2633779, Sorte HKS	HHV Au	14,8	14,5	14,6	15,0	14,68	Ja
Probe 34219, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	14,9	14,9	15,0	15,3	15,07	Ja
Probe 33491, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	15,3	15,3	15,3	15,7	15,43	Ja
Probe 36608, Sorte HHKS	HV St. Johann	14,3	14,1	14,1	14,3	14,17	Ja
Probe 36650, Sorte HHKS	HV St. Johann	14,5	14,8	14,9	15,0	14,90	Ja
Probe 39553, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	13,7	13,7	13,7	14,1	13,82	Ja
Probe 40119, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	15,4	15,5	15,7	16,0	15,74	Ja

Proben- bezeichnung	Erstunter- suchungslabor	Erstunter- suchung	Nachuntersuchung			Mittel- wert	Ergebnis bestätigt
			1	2	3		
Analysen-Nr. 37707, Sorte PLA	Agrolab	16,5	15,9	16,1	16,4	16,13	Ja
Probe 37380, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	15,5	15,2	15,4	16,0	15,54	Ja
Probe 35047, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	16,2	16,1	16,2	16,6	16,30	Ja
Probe 33414, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	16,7	16,8	16,8	17,2	16,95	Ja
Agrolab-Analysennr. 37370, Partiennr. 2562321, Sorte HKS	HHV Au	10,8	10,5	10,6	11,0	10,69	ja
Probe 40611, DE HKS	HV St. Johann	17,1	16,7	16,8	17,2	16,90	ja
Probe 39462, DE HKS	HV St. Johann	14,0	13,8	13,8	14,2	13,94	ja
Analysen Nr. Agrolab 40546, Analy- sen Nr. HVG 47/4718, Sorte HKS	HVG Mainburg	13,3	13,2	13,4	13,4	13,33	ja
Probe 38713, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	16,1	15,8	16,1	16,4	16,10	ja
Probe 39235, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	15,6	15,3	15,6	16,0	15,64	ja
Probe 39483, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	16,1	16,0	16,3	16,8	16,35	ja
Probe 40091, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	15,6	15,2	15,7	15,8	15,56	ja
Probe 33590, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	16,0	15,4	15,8	16,2	15,80	ja
Probe 34327, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	14,7	14,3	14,6	14,9	14,80	ja
Probe 35206, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	15,6	15,5	15,7	16,0	15,74	ja
Probe 35942, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	15,0	14,9	15,0	15,4	15,11	ja
Probe 36261, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	14,5	14,2	14,6	14,7	14,48	ja
Probe 36718, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	16,0	15,4	15,7	16,3	15,80	ja
Probe 37407, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	15,3	14,6	15,0	15,2	14,93	ja
Probe 37011, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	15,5	15,5	15,5	16,0	15,67	ja
Probe 37449, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	15,9	16,0	16,3	16,6	16,30	ja
Probe 38164, Sorte DE HKS	HV St. Johann	15,3	15,0	15,1	15,5	15,20	ja
Probe 38655, Sorte DE HKS	HV St. Johann	15,0	14,9	15,0	15,5	15,12	ja
Probe 39100, Sorte DE HKS	HV St. Johann	15,9	15,9	16,0	16,5	16,15	ja
Probe 39534, Sorte DEH HKS	HV. St. Johann	16,3	16,4	16,5	16,8	16,56	ja

Proben- bezeichnung	Erstunter- suchungslabor	Erstunter- suchung	Nachuntersuchung			Mittel- wert	Ergebnis bestätigt
			1	2	3		
Probe 40118, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	15,5	15,5	15,7	16,1	15,77	ja
Probe 40169, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	15,3	15,1	15,1	15,4	15,21	ja
Probe 40042, Sorte HKS	Agrolab	13,3	13,4	13,5	13,5	13,46	ja
Probe 39384, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	16,3	15,9	16,3	16,7	16,29	ja
Probe 36130, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	13,6	13,4	13,5	14,3	13,73	ja
Probe 36137, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	15,2	15,5	15,6	16,0	15,71	ja
Probe 38166, Sorte DEH HKS	HV St. Johann	13,8	14,1	14,5	14,8	14,45	nein

Die Ergebnisse der Kontroll- und Nachuntersuchungen werden jährlich im Juli oder August in der Hopfenrundschaue veröffentlicht. Die Tab. 7.9 zeigt die Anzahl der Nachuntersuchungen und die Beanstandungen vom Jahr 2019 – 2022.

Tab. 7.9: Anzahl Nachuntersuchungen und Beanstandungen von 2019 – 2022

Nachuntersuchungen	Anzahl	Beanstandungen
2019	47	1
2020	42	1
2021	33	0
2022	42	1

7.7 Untersuchungen zur Biogenese der Bitterstoffe und Öle von neuen Zuchtstämmen

Bei neueren Zuchtstämmen werden jedes Jahr umfangreiche Biogeneseversuche zu den ätherischen Ölen und Bittersoffen gemacht, um Informationen zu den richtigen Erntezeitpunkten zu bekommen. Die Tab. 7.10 zeigt die Erntezeitpunkte, wobei über die verschiedenen Jahre leichte Verschiebungen der Erntetermine möglich sind.

Tab. 7.10: Erntezeitpunkte der Biogeneseversuche

T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
16. August	21. August	28. September	4. September	11. September	18. September	25. September
						

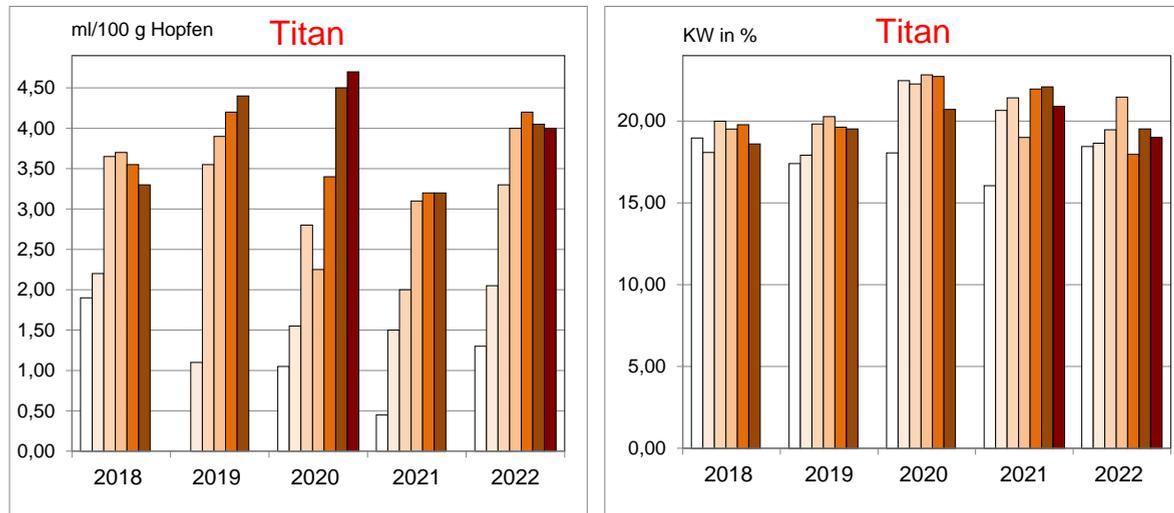


Abb. 7.18: Biogenese der Öle und Bitterstoffe bei der Sorte Titan am Standort Stadelhof

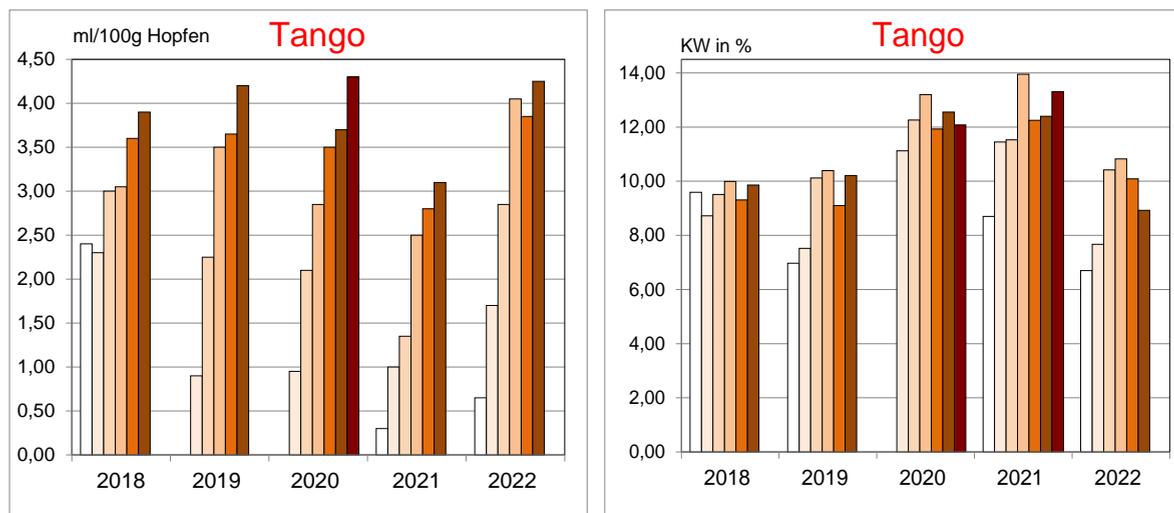


Abb. 7.19: Biogenese der Öle und Bitterstoffe bei der Sorte Tango am Standort Stadelhof

Aus den Abb. 7.18 und Abb. 7.19 ist gut zu erkennen, dass der Ölgehalt wesentlich stärker vom Erntezeitpunkt abhängig ist als der Gehalt der Bitterstoffe. Will man ein ausgeprägtes Aroma, dann muss man später ernten. Die neue Sorte Tango hat relativ zu ihrem alpha-Säuregehalt (7,5 – 11,0 %) einen sehr hohen Ölgehalt (2,4 – 4,0 ml/100 g Hopfen). Auch scheinen sich die klimatischen Bedingungen unterschiedlich auf die Inhaltsstoffe auszuwirken. In trockenen und heißen Jahren steigt die Ölkonzentration sogar noch an. Das Jahr 2021 war ideal für die α -Säuren. In diesem Jahr gab es Rekord- α -Säureergebnisse, aber der Ölgehalt war geringer. Im trockenen heißen Jahr 2022 waren die α -Säuregehalte sehr gering, aber die Ölgehalte waren relativ hoch.

Die Darstellung zeigt auch, dass beim Titan der α -Säurenrückgang im Jahr 2022 sehr niedrig ausfiel. Beim Tango war er etwas größer, aber auch noch geringer als bei vielen anderen Sorten. Dies zeigt die Stabilität der beiden neuen Hüller Sorten gegenüber Klimaschwankungen.

7.8 Entwicklung von NIRS-Kalibrierungen auf Basis von Konduktometer- und HPLC-Daten mit dem neuen Nahinfrarot-Reflektions-Spektroskopie-Gerät

Seit dem Frühjahr 2017 hat das Labor in Hüll ein neues NIRS-Gerät, das von der Gesellschaft für Hopfenforschung komplett finanziert wurde (Abb. 7.20).



Abb. 7.20: NIRS-Gerät der Firma Unity Scientific

Das Gerät ist mit den Geräten bei AQU in Freising kompatibel. Die alte Kalibrierung vom Foss-Gerät konnte mit Hilfe einer mathematischen Transformation an das neue Gerät angepasst werden.

Es wurde aber auch begonnen eigene Kalibrierungen basierend auf Konduktometer- und HPLC-Daten auf diesem Gerät zu entwickeln. Die Kalibrierungen werden jedes Jahr mit den Proben des Ringversuchs erweitert und validiert. Die Abb. 7.20 zeigt die Korrelationen der einzelnen Parameter zwischen Labor-Werten und NIRS-Werten.

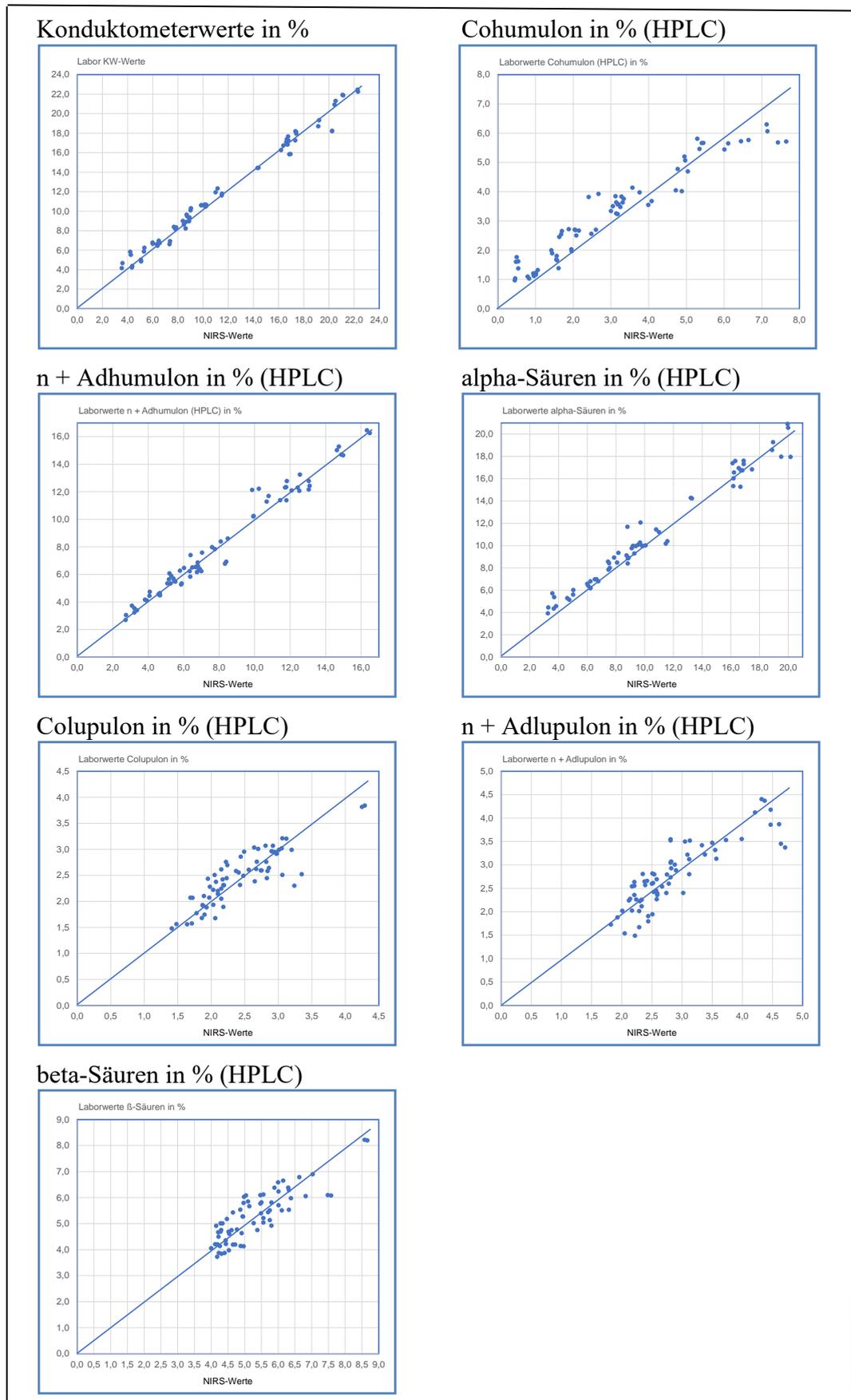


Abb. 7.21: Korrelationen zwischen Laborwerten und NIRS-Werten

In der Tab. 7.11 sind die statistischen Parameter zur Bewertung der Präzision für die Kalibrierungen zusammengestellt. Unter dem Bias versteht man die systematische Abweichung zwischen den NIRS-Werten und den Laborwerten. SEP steht für Standard Error Prediction, das ist der Standardfehler zwischen NIRS-Werten und den Werten der Validierungsproben. Der SEP wird nach Formel 1 berechnet. Den sogenannten zufällige Fehler SEP(C) erhält man nach Formel 2. R^2 ist das Bestimmtheitsmaß zwischen NIRS-Werten und Laborwerten. Je höher R^2 ist, desto besser ist die Korrelation.

$$SEP = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-1}}$$

Formel 7-5

$$SEP(C) = \sqrt{SEP^2 - Bias^2}$$

Formel 7-6

Tab. 7.11: Statistische Parameter zur Präzisionsbewertung der NIRS-Methode

Methode	Bias	SEP	SEP(C)	R^2
Konduktometerwert	- 0,316	0,716	0,643	0,987
Cohumulon (HPLC)	- 0,188	0,667	0,630	0,924
n + Adhumulon (HPLC)	- 0,112	0,629	0,619	0,973
alpha-Säuren (HPLC)	- 0,417	0,929	0,830	0,977
Colupulon (HPLC)	- 0,022	0,291	0,290	0,743
n + Adlupulon (HPLC)	- 0,088	0,395	0,385	0,731
beta-Säuren (HPLC)	- 0,015	0,557	0,557	0,717

Besonders die Konduktometerwerte und die HPLC alpha-Säurenwerte sind mit den NIRS-Werten schon ganz gut korreliert. Zur Bestimmung der β -Säuren ist die NIRS-Methode etwas schlechter. Für die Hopfenzüchtung ist die Nahinfrarotspektroskopie eine sehr wertvolle Methode, da man viele Proben pro Tag messen kann und keine Lösungsmittel benötigt, die teuer entsorgt werden müssen. Als Methode für die Hopfenlieferverträge ist jedoch NIRS noch zu ungenau, so dass hier die konduktometrische Titration eingesetzt wird.

7.9 Alpha-Säuren-Stabilität der neuen Hüller Zuchtsorten gegenüber Jahrgangsschwankungen

Mittlerweile sind auch bei den neuen Hüller Zuchtsorten alpha-Säuredaten von den Jahren 2012 bis 2022 vorhanden und können mit Hilfe von Box-Plot Darstellungen sehr schön visualisiert werden. In der Abb. 7.22 ist die Darstellung einer Box-Plot Auswertung kurz erläutert.

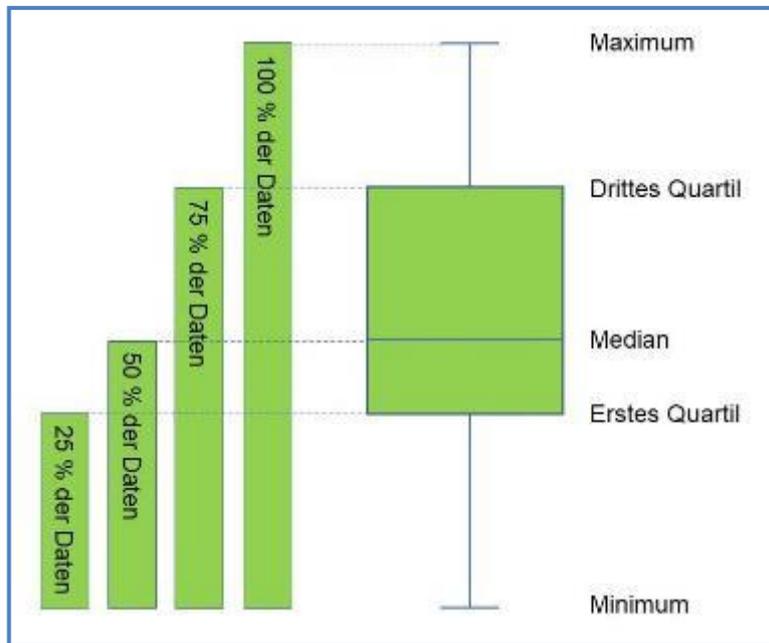


Abb. 7.22: Erläuterung einer Box-Plot Darstellung

Die Abb. 7.23 und Abb. 7.24 zeigen Box-Plot Auswertungen der offiziellen AHA-Ergebnisse. Aus den Abbildungen ist sehr gut ersichtlich, dass die neuen Hüller Zuchtsorten gegenüber Jahrgangsschwankungen wesentlich stabiler sind als z.B. die Sorten Perle und Northern Brewer.

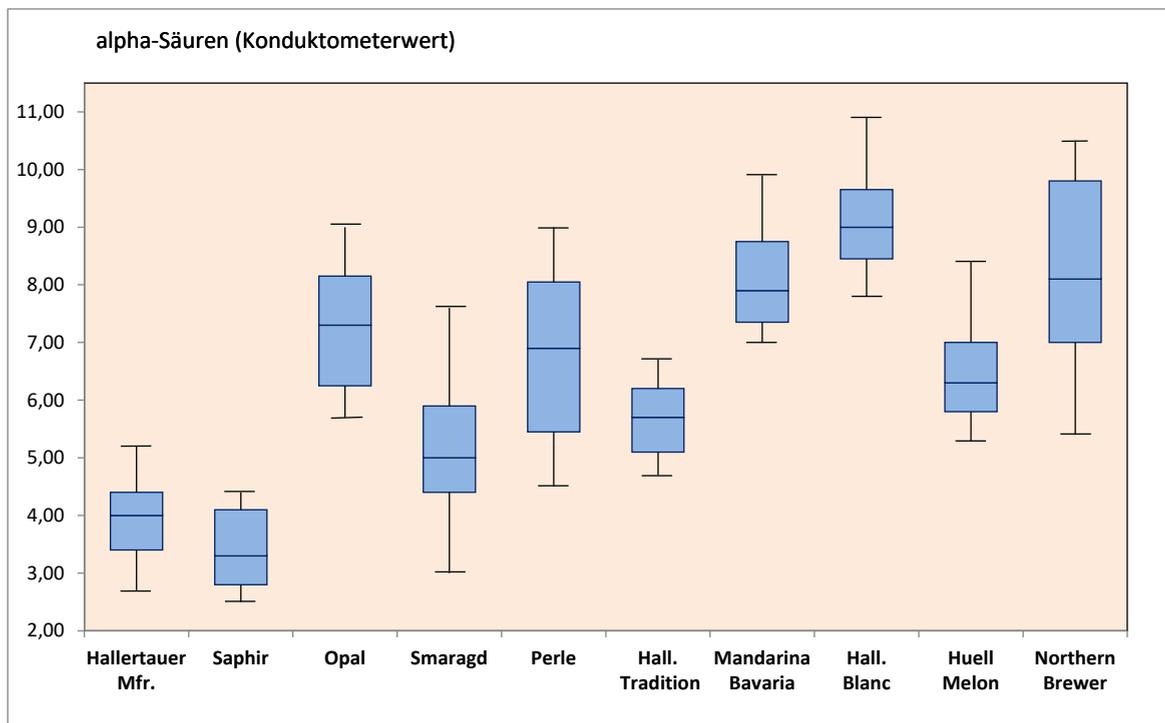


Abb. 7.23: Box-Plot Auswertung Aromasorten

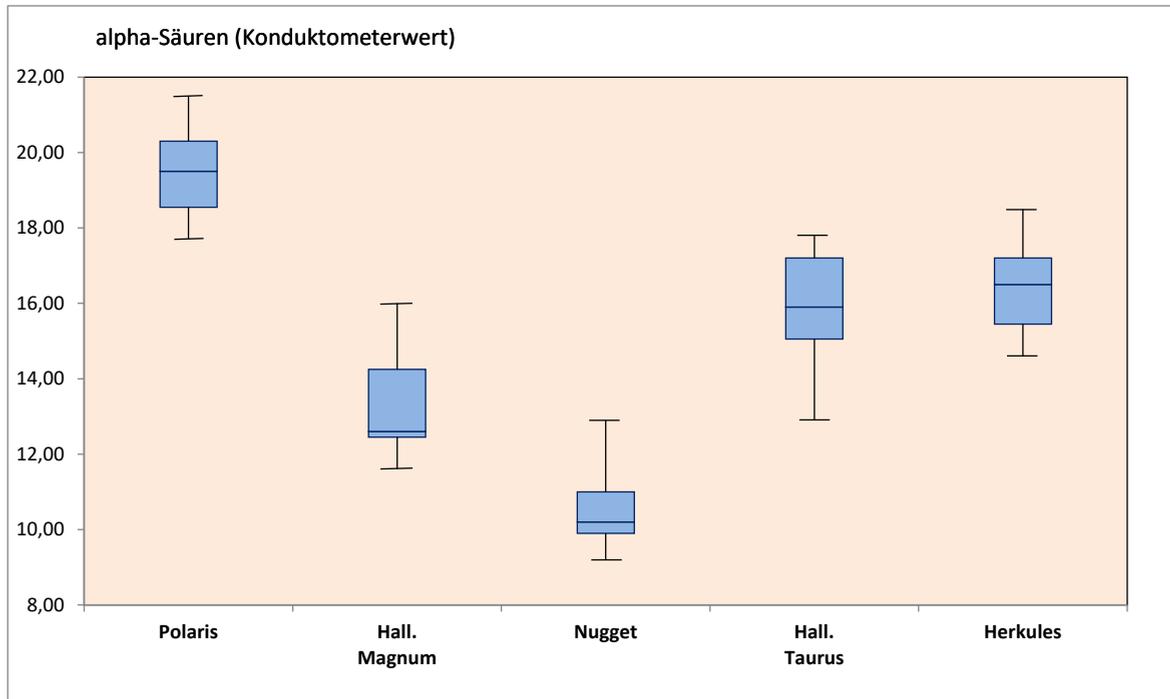


Abb. 7.24: Box-Plot Auswertung Bittersorten

7.10 Versuche zur Bestimmung von Alkaloiden in Lupinen

Für die Arbeitsgruppe IPZ 1b Günther Schweizer wurden Versuche zur Bestimmung von Alkaloiden in Lupinen gemacht. Zuerst wurde eine geeignete Probenvorbereitungsmethode erarbeitet und dann eine GC-Methode zur Analytik. Die Abb. 7.25 zeigt die zu analysierenden Alkaloide. Lupanin ist das Hauptalkaloid. Lupinen sollten eine möglichst geringe Konzentration von Alkaloiden enthalten, da diese giftig sind. Wenn das Lupinenprojekt genehmigt wird, dann sind im Jahr 2023 eine größere Anzahl an Alkaloidbestimmungen durchzuführen.

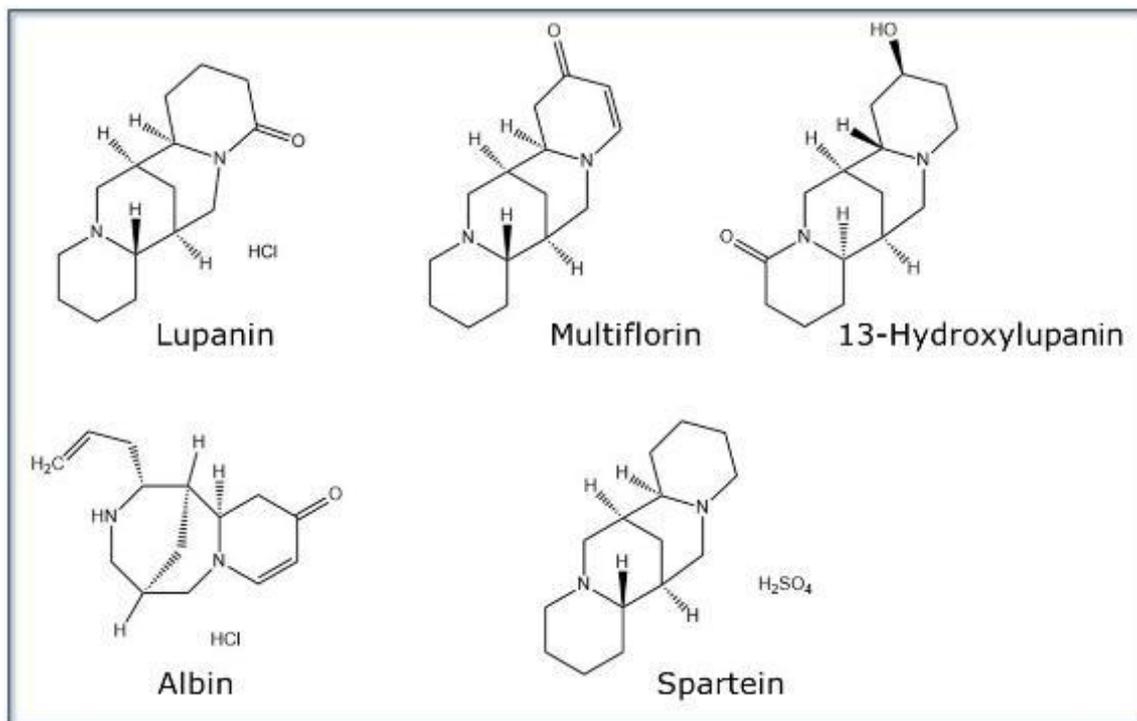


Abb. 7.25: Alkaloide in Lupinen

7.11 Kontrolle der Sortenechtheit im Jahr 2022

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

Sortenüberprüfungen für die Lebensmittelüberwachungsbehörden (Landratsämter) für das Jahr 2022: 14

davon Beanstandungen: 0

8 Ökologische Fragen des Hopfenbaus

Dr. Florian Weihrauch, Dipl.-Biol.

Die Aufgabe der Arbeitsgruppe ist grundsätzlich Fortschreibung 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. Dies erfolgt insbesondere 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.

8.1 Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen und integrierten Hopfenbau

Träger: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenökologie (IPZ 5e)

Finanzierung: Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.

Projektleitung: Dr. F. Weihrauch

Bearbeitung: Dr. F. Weihrauch, S. Kaindl, K. Kaindl, M. Obermaier, A. Baumgartner, M. Felsl

Kooperation: Betrieb Robert Drexler, Riedhof; Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL), Frick; TU München, Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme

Laufzeit: 01.03.2014 - 31.12.2022

Ziel

Nach umwelt- und anwendertoxikologischer Beurteilung 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 dieses Nachfolgeprojekt die Aufgabe, die mittlerweile erreichten 3,0 kg Cu/ha/Jahr kritisch zu prüfen und, soweit möglich, eine weitergehende Reduzierung des Kupfereinsatzes zu untersuchen.

Vorgehensweise und Ergebnisse

Im Versuchsjahr 2022 wurde der Versuch als Bachelor-Arbeit ausgeführt (S. Kaindl, TUM, Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme), wobei wie in den Vorjahren 14 Versuchsglieder angelegt wurden. Alle Kupfer-Varianten basierten auf *Funguran progress* als aktuell zugelassenem Pflanzenschutzmittel auf Kupfer-Basis. Die Varianten bestanden aus verschiedenen Aufwandmengen mit unterschiedlichen Mischpartnern als Synergisten, die z.T. auch als Solo-Varianten geprüft wurden. Erneut wurde der Versuch in der anfälligen Sorte Herkules am Standort Riedhof durchgeführt. Alle Behandlungen wurden praxisüblich für sechs Termine geplant, wobei in den Varianten mit 1 kg Reinkupfer pro ha und Jahr nur zu den beiden mittleren Terminen jeweils 0,5 kg appliziert werden sollten. Die Ergebnisse 2022 werden separat von Susanne Kaindl im Rahmen ihrer Bachelorarbeit veröffentlicht.

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

Träger:	Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft (BÖLW e.V.) und Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenökologie (IPZ 5e)
Finanzierung:	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) über Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN-Projekt 2815OE095)
Projektleitung:	Dr. F. Weihrauch
Bearbeitung:	Dr. F. Weihrauch, M. Obermaier
Kooperation:	Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft (BÖLW e.V.)
Laufzeit:	15.08.2017-31.12.2022 (Projektverlängerung)

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 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 sollte ebenfalls über mindestens einen Workshop pro Jahr erfolgen. Aus Sicht der Sparte Hopfen waren dementsprechend 2022 die wichtigsten Veranstaltungen der leider wiederum nur digitale Hopfenbautag im Rahmen der Bioland-Woche (09.02.2022), ein ‚Runder Tisch zu aktuellen Problemen des Pflanzenschutzes im Öko-Hopfenbau‘ als Präsenzveranstaltung in Hüll am 06.04.2022 mit lebhaftem, direktem Austausch zwischen den Praktikern (28 Teilnehmer) und insbesondere die Sommerexkursion des Arbeitskreises Ökohopfen mit 43 Teilnehmern am 19. und 20. Juli 2022 nach Tett nang (Abb. 8.1).

Hauptziel des Forschungsvorhabens ist es in erster Linie, gezielte Managementstrategien zu verfolgen und sich weniger auf den Input phytomedizinisch wirksamer Substanzen in das Kultursystem zu verlassen. Die Erwartungen von BLE bzw. BMEL als Auftraggeber sind in den Bereichen Fortschritt und Innovationen angesiedelt, d.h. hier wird idealerweise die Entwicklung neuer Management- bzw. Anbausysteme verfolgt, mit einem schlüssigen Arbeitsprogramm als Ergebnis. Dieses 'Strategiepapier' dient als Abschluss des ersten Teils des Forschungsvorhabens und wurde Ende des Jahres 2022 veröffentlicht.



Abb. 8.1: Gruppenbild der Teilnehmer an der Sommerexkursion des Arbeitskreises Ökohopfen im Juli 2022 nach Tett nang

8.3 Entwicklung eines Maßnahmenkatalogs zur Förderung der Biodiversität im Hopfenbau

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenökologie (IPZ 5e)
Finanzierung:	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.
Projektleitung:	Dr. F. Weihrauch
Bearbeitung:	Dr. F. Weihrauch, Dr. I. Lusebrink, M. Obermaier, A. Baumgartner, M. Felsl, K. Kaindl, S. Kaindl
Kooperation:	Interessengemeinschaft Niederlauterbach (IGN) e.V. AELF Ingolstadt-Pfaffenhofen, FZ Agrarökologie; Landesbund für Vogelschutz, KG Pfaffenhofen, UNB am Landratsamt Pfaffenhofen
Laufzeit:	01.03.2018 - 31.12.2023 (Projektverlängerung)

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 hatte die EG HVG zusammen mit der LfL damit begonnen, Maßnahmen zur Verhinderung 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 die Hopfengärten, die Erstellung eines Arbeitskonzeptes, die Formulierung und Bearbeitung von Einzelthemen, der Anstoß sowie die Beantragung von Folgeprojekten und die Moderation des Umsetzungsprozesses in die Hopfenbaupraxis. Grundsätzlich ist es nicht das Ziel des Projekts, die Produktivität wertvoller Acker- oder Hopfenflächen zu beeinträchtigen, sondern den Verzicht auf Nutzung bzw. die Umwidmung marginaler, unproduktiver oder kritischer Flächen wie ‚Eh-da-Flächen‘.

Vorgehensweise

Erster Schritt war der Aufbau eines kooperierenden Netzwerks möglichst vieler betroffener Verbände, Organisationen und Einrichtungen, um gemeinsam zu einer konstruktiven Herangehensweise und Lösungen zu kommen. Mit eingebunden wurden neben der LfL und der TUM bis dato das AELF Ingolstadt-Pfaffenhofen (Fachzentrum Agrarökologie), der LBV, die UNB am Landratsamt Pfaffenhofen, die IGN Niederlauterbach und alle Organisationen im Haus des Hopfens.

Konzept der 'Biodiversitätskulisse Eichelberg'

Der bislang wichtigste Schritt wurde durch die konstruktive Zusammenarbeit mit der IGN Niederlauterbach eingeleitet. In der Flur des klassischen Hopfenbaudorfes Eichelberg am Rand des Ilmtals existiert ein weitgehend geschlossenes Gewanne von 85 ha, das zum überwiegenden Teil drei IGN-Betrieben gehört und von ihnen auch bewirtschaftet wird. Davon sind 34 ha (40 %) Hopfenflächen, 28 ha (33 %) Ackerland und der Rest verteilt sich auf Gehölzflächen, Grünland, Blühflächen, Eh-da-Flächen und Sonderstandorte. Diese 'Biodiversitätskulisse Eichelberg' bietet dank der kleinen Zahl an engagierten und an der Sache interessierten Grundeigentümern und Landwirten außergewöhnliche Möglichkeiten, eine exemplarische Vorzeigefläche zu entwickeln, die belegt, dass sich Hopfenbau und Artenvielfalt nicht ausschließen müssen, sondern problemlos koexistieren können. Im Herbst 2020 wurde ein vorläufiger Aktionsplan entwickelt, in dem die einzuleitenden Maßnahmen skizziert wurden.

Mit der Umsetzung der Maßnahmen wurde mit dem Frühjahr 2021 begonnen. Der Fokus der ersten Arbeiten wurde auf die Schaffung und Etablierung von neuen Aufenthalts- und Überwinterungsräumen für Nützlinge wie Raubmilben gelegt (Abb. 8.2). Diese Strukturen wurden dann im Frühjahr 2022 mit Raubmilben aus dem Weinbau mittels Übertragung von Frostruten ‚angepft‘. Zur Bewertung der Frage, inwieweit die Nützlingsförderung einen Beitrag zur biologischen Spinnmilbenbekämpfung liefern kann, wurden vier Hopfengärten der Kulisse Eichelberg jeweils etwa zur Hälfte geteilt – in einen konventionell mit Akarizideinsatz bewirtschafteten Teil und einen Teil ohne Akarizid, aber mit Nützlingen. Die Entwicklung des Spinnmilbenbefalls in diesen Flächen wird alljährlich beobachtet und kontrolliert.



Abb. 8.2: Anpflanzung von ‚Wildem Wein‘ (eigentlich die Selbstkletternde Jungfernebe *Parthenocissus quinquefolia*) als Nützlingsquartier an Ankerseilen in Eichelberg

Ein weiterer wichtiger Teilbereich des Projekts betrifft die Öffentlichkeitsarbeit. So entsteht derzeit für das Thema ‚Hopfen und Artenvielfalt‘ in Eichelberg ein 2,5 km langer Rundweg für Spaziergänger, an dem 16 Informationstafeln als Themenpfad aufgestellt werden. Die 16 Tafeln informieren über Themen wie z.B. ‚Die Heidelerche‘, ‚Rohbodenflächen‘, ‚Spinnmilbenkontrolle mit Nützlingen‘ oder ‚Ameisenlöwen‘ (Abb. 8.3). Die Entwürfe der Infotafeln wurden unter Federführung der AG IPZ 5e als Teamarbeit mit dem AELF IN-PAF, der UNB am Landratsamt und dem LBV realisiert; die konkrete Aufstellung der Tafeln ist im April 2023 geplant.

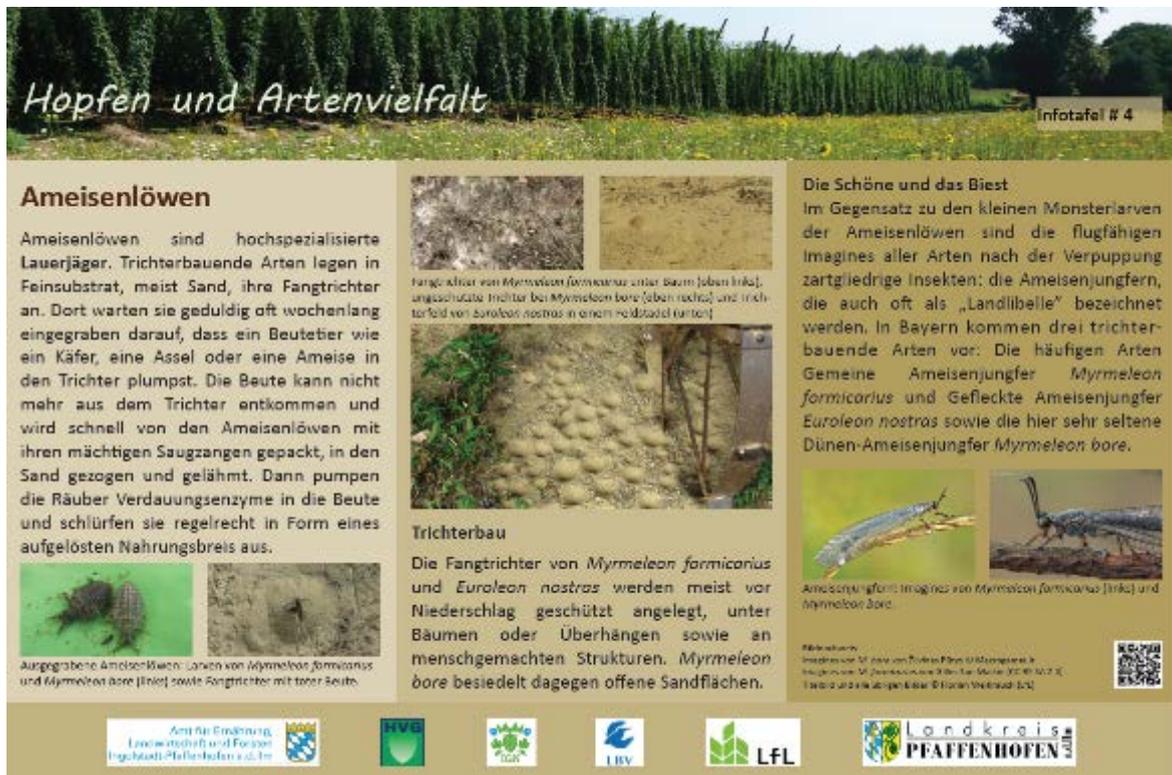


Abb. 8.3: Entwurf der Infotafel zum Thema ‚Ameisenlöwen‘ für den Themenpfad ‚Hopfen und Artenvielfalt‘ in Eichelberg

8.4 Entwicklung einer technischen Möglichkeit zur Raubmilbenausbringung

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenökologie (IPZ 5e)
Finanzierung:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenökologie (IPZ 5e)
Projektleiter:	Dr. F. Weihrauch
Bearbeitung:	Dr. I. Lusebrink, M. Obermaier, A. Baumgartner, M. Felsl, K. Lutz
Kooperation:	Betrieb Blüml GbR, Dürnwind; Koppert Biological Systems
Laufzeit:	05/2021 – 10/2023

Hintergrund, Vorgehensweise und Ziel

Der größte europäische Nützlingsproduzent, Koppert Biological Systems aus den Niederlanden, möchte in einem Pilot-Projekt in der Hallertau die Möglichkeiten einer technischen Lösung zur Raubmilbenausbringung im Hopfen testen und verbessern. Ziel ist eine unkomplizierte Anwendung von Raubmilben im Freiland zur Kontrolle der Gemeinen Spinnmilbe *Tetranychus urticae*, die sich bezüglich Kosten und personellem Aufwand nicht gravierend von einer Akarizid-Anwendung unterscheidet. In der Saison 2021 wurden hierfür erste Versuche mit einem speziell konstruierten Gerät durchgeführt, das hinten am Traktor aufsitzt und über sechs Ausblasrohre (drei Höhenstufen) die Raubmilben im Bestand verteilt.

Nachdem 2021 beim Einsatz dieser Konstruktion ein Großteil der Nützlinge nicht direkt am Hopfen, sondern eher in der Fahrgasse landete, wurde im Folgejahr 2022 eine modifizierte Vorgehensweise getestet. Hierbei wurde sehr früh in der Vegetationsperiode bereits Anfang Mai nur die frisch ausgetriebenen Hopfenpflanzen bodennah über zwei Ausblasrohre einmal behandelt (Abb. 8.4).



Abb. 8.4: Modifizierte Konstruktion der Fa. Koppert im Jahr 2022 zur frühen, bodennahen technischen Ausbringung von Raubmilben im Hopfenbestand; Dürnwind. 02.05.2022

Nach den Erfahrungen aus langjährigen Versuchen am Hopfenforschungszentrum zum Einsatz von Raubmilben im Hopfen zur Spinnmilbenkontrolle wurde eine Mischung der beiden Raubmilben *Neoseiulus californicus* und *Phytoseiulus persimilis* eingesetzt, die sich mit einem Aufwand von 100.000 Tieren pro Hektar als effektiv herausgestellt hat. Als kostengünstigere Variante wurde zum Vergleich eine Solo-Behandlung mit *P. persimilis* (80.000 Tiere/ ha) geprüft. Als Vergleichsvarianten dienten eine unbehandelte Kontrolle, der gespritzte Praxis-Teil (eine Anwendung mit Spirotetramat) des Versuchshopfengartens und eine Ausbringung auf Bohnenblättern (Applikation am 31. Mai 2023), die über die Jahre hinweg in allen Versuchen besonders erfolgreich war

Anders als im Vorjahr wurde der Einsatzzeitpunkt mit dem 2. Mai 2022 sehr früh gewählt. Wegen der ungewöhnlich kalten Witterung des Aprils waren die Hopfenpflanzen zu diesem Zeitpunkt noch sehr klein. Die Applikation der Raubmilben auf dem Trägerstoff Sägemehl erfolgte im Band auf die Hopfenreihen und somit ohne Verluste auf die frisch ausgetriebenen Pflanzen (Abb. 8.4).

Ergebnisse 2022

Zu Beginn der Saison war der Spinnmilbenbefall gering und lag nie über 12 Tieren bzw. Spinnmilbeneiern pro Blatt. Erst kurz vor der Ernte stieg die Zahl der Spinnmilben wie im Vorjahr deutlich an und erreichte in der Kontrolle durchschnittlich knapp 70 Tiere pro Blatt. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Varianten war ebenfalls erst ab Mitte August erkennbar, wobei in der unbehandelten Kontrolle, wie zu erwarten, die meisten Spinnmilben pro Blatt gezählt wurden (Abb. 8.5).

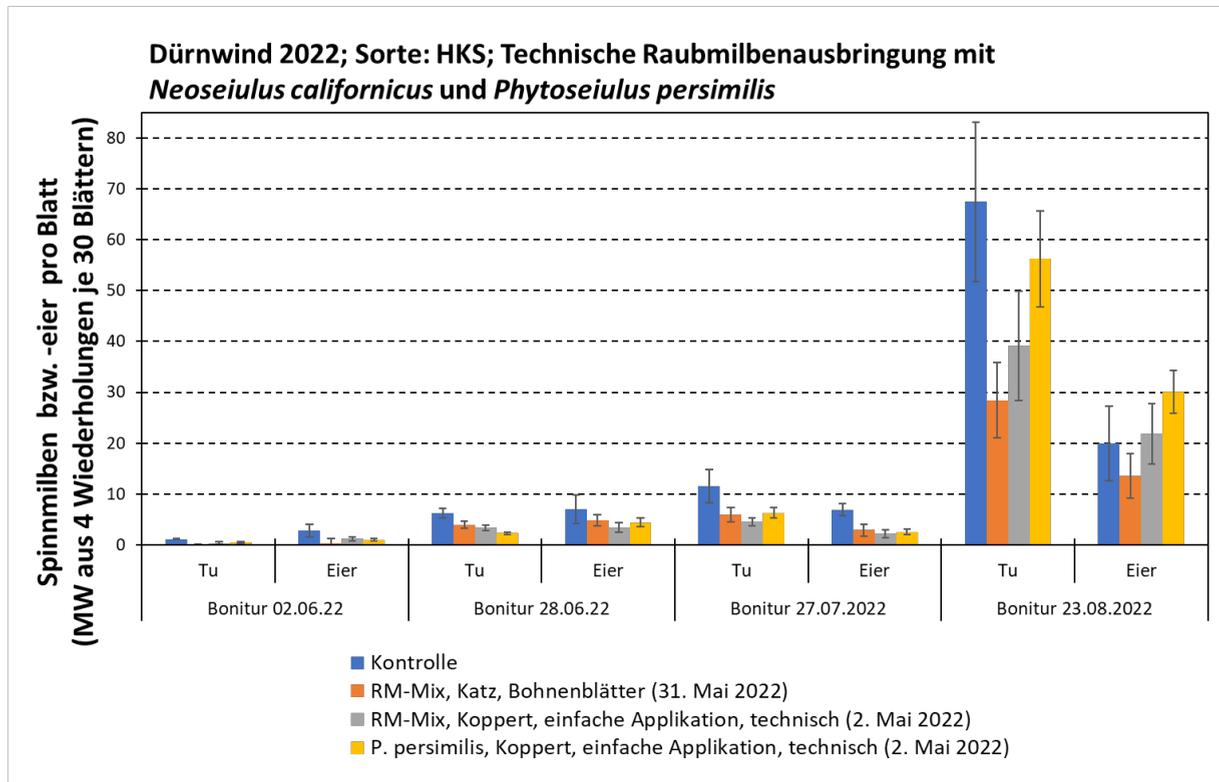


Abb. 8.5: Entwicklung der Spinnmilbenpopulation bei unterschiedlicher Ausbringung von Raubmilben im Versuchsgarten Dürnwind (Durchschnitt aller vier Wiederholungen pro Versuchsglied)

Am 12. September 2022 wurde auch wieder eine Versuchsernte durchgeführt. Die Unterschiede im Spinnmilbenbefall zwischen den Varianten zum Ende der Saison finden sich auch bei der Exaktbonitur der beernteten Pflanzen (4 x 10 Pflanzen pro Versuchsglied aus einer Parzelle; Abb. 8.6). Die Befallswerte spiegeln sich einigermaßen im Ertrag oder Alphasäuregehalt der Ernte wider. Die unbehandelte Kontrolle ergab zwar den geringsten Ertrag an Alpha-Säuren, jedoch ohne signifikanten Unterschied zum konventionellen Pflanzenschutz oder zwei der Raubmilben-Varianten. Der signifikant bessere Ertrag beim Koppert-Mix kann auch auf kleinräumigen Bodenunterschieden beruhen (Abb. 8.7). Irgendwelche Schäden, die auf fehlenden Akarizideinsatz beruhen, können jedenfalls ausgeschlossen werden.

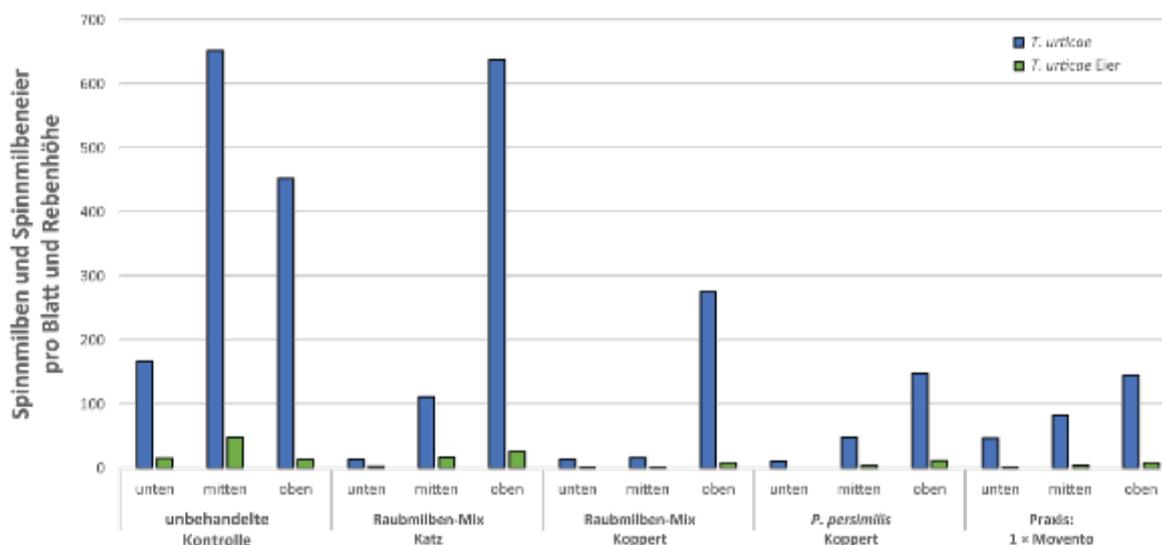


Abb. 8.6: Vorbonitur der konkret beernteten Pflanzen zu der Versuchsernte am 12. September 2022 im Versuchsgarten Dürnwind. Varianten: Unbehandelte Kontrolle, Raubmilben-Mix der Fa. Katz auf Bohnenblättern, Raubmilben-Mix der Fa. Koppert 1 x technisch, *P. persimilis* der Fa. Koppert 1 x technisch, Praxis – 1 x Movento (Spirotetramat)

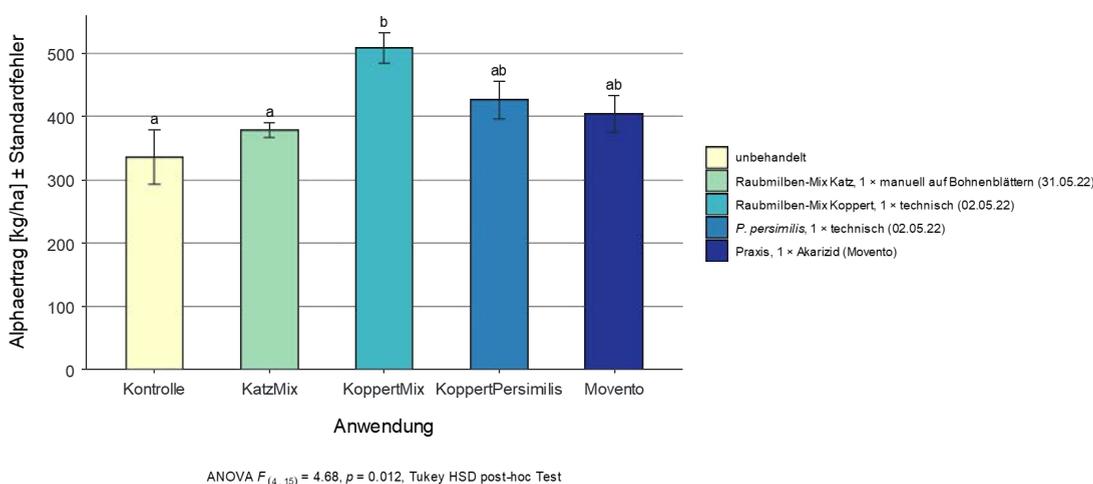


Abb. 8.7: Ermittlung des Ertrags an Alpha-Säuren bei der Versuchsernte des Raubmilbenversuchs am 12.09.2022 (einfaktorielle ANOVA)

Ausblick

Für eine technische Raubmilbenausbringung, die konkurrenzfähig zur chemischen Spritzung gegen Spinnmilben ist, müssen lediglich noch einige kleine Stellschrauben gedreht werden. Im kommenden Jahr 2023 sind weitere Einsätze bei Praxisbetrieben geplant und in Dürnwind wird erneut ein großer Exaktversuch angelegt. Die Ergebnisse aus 2022 belegen jedenfalls erneut, dass eine mit einer passenden Raubmilbenanwendung Ergebnisse erzielt werden, die im Ergebnis einen Vergleich mit chemischem Pflanzenschutz nicht zu scheuen brauchen.

8.5 Induzierte Resistenz gegen Spinnmilben im Hopfenbau

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenökologie (IPZ 5e)
Finanzierung:	Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Förderinitiative ‘Vermeidung und Verminderung von Pestiziden in der Umwelt’, Förderkennzeichen: AZ 35937/01-34/0)
Projektleiter:	Dr. F. Weihrauch
Bearbeitung:	Dr. I. Lusebrink, M. Obermaier, A. Baumgartner, M. Felsl, S. Kaindl, K. Lutz, R. Obster
Kooperation:	20 Praxisbetriebe aus dem integrierten Hopfenbau; Arbeitsgruppe IPZ 5d, Hopfenanalytik
Laufzeit:	06/2021 – 05/2026

Hintergrund und Ziel

Die Gemeine Spinnmilbe *Tetranychus urticae* ist ein polyphager Schädling, der in Deutschland etwa 90 Kulturpflanzen befällt, darunter auch den Hopfen. Ihr Schadbild wird am Hopfen auch als „Kupferbrand“ bezeichnet. Stark befallene Blätter vertrocknen und verfärben sich grau- oder kupferbraun und fallen schließlich ab. Die Spinnmilbe kann in trockenen, heißen Sommern in kurzer Zeit sehr große Populationen aufbauen und dann teils enorme Qualitäts- und Ertragseinbußen verursachen.

Beobachtungen der letzten Jahre aus verschiedenen Pflanzenschutzversuchen am Hopfenforschungszentrum zeigten, dass Hopfenpflanzen nach überstandenen schwerem Spinnmilbenbefall in der Lage sind, sich in Folgejahren selbst gegen übermäßigen Spinnmilbenbefall zur Wehr zu setzen. Im Laufe des Projekts wird untersucht, ob und inwieweit ein- oder zweijähriger, starker Befall von Hopfenpflanzen mit der Gemeine Spinnmilbe die Anfälligkeit dieser Pflanzen gegenüber Spinnmilben durch „Induzierte Resistenz“ in den Folgejahren senkt.

Vorgehensweise

Es werden an den vier Hopfensorten Hallertauer Tradition (HTR), Spalter Select (SSE), Tettlinger (TET) und Herkules (HKS) in 31 Praxis-Versuchsgärten (je 5-10 Gärten pro Sorte) Freilandversuche durchgeführt.

Jeder Versuchsgarten beinhaltet zwei Parzellen à 500 m² (Abb. 8.8). Eine davon ist die Kontrollparzelle, in der sich die Spinnmilbe ohne Einsatz von Mitteln zur Spinnmilbenbekämpfung frei entwickeln kann und eine wird als Praxisparzelle praxisüblich (mindestens einmal) mit Akarizid oder sonstigen Mitteln zur Spinnmilbenbekämpfung behandelt wird und soll möglichst spinnmilbenfrei bleiben. Im Zentrum beider Parzellen liegt jeweils ein Boniturbereich, aus dem während der Vegetationsperiode regelmäßig Blätter aus unterer, mittlerer und oberer Rebenhöhe entnommen und auf Spinnmilben und deren Fressfeinde bonitiert werden. Bei entsprechendem Befall wird zu Saisonende in einem bis maximal drei der interessantesten Gärten jeder Sorte eine Versuchsernte beider Parzellen durchgeführt. Dabei werden Hektarertrag, alpha-Säuregehalt und -gewicht sowie Doldenqualität bestimmt und auf mögliche Unterschiede zwischen Kontrolle und Praxis untersucht.

Im Jahr 2022 wurden alle Versuchsgärten vier- bis fünfmal bonitiert und zwei Versuchsernten pro Sorte in der Hallertau sowie eine Versuchsernte in Tettling durchgeführt.

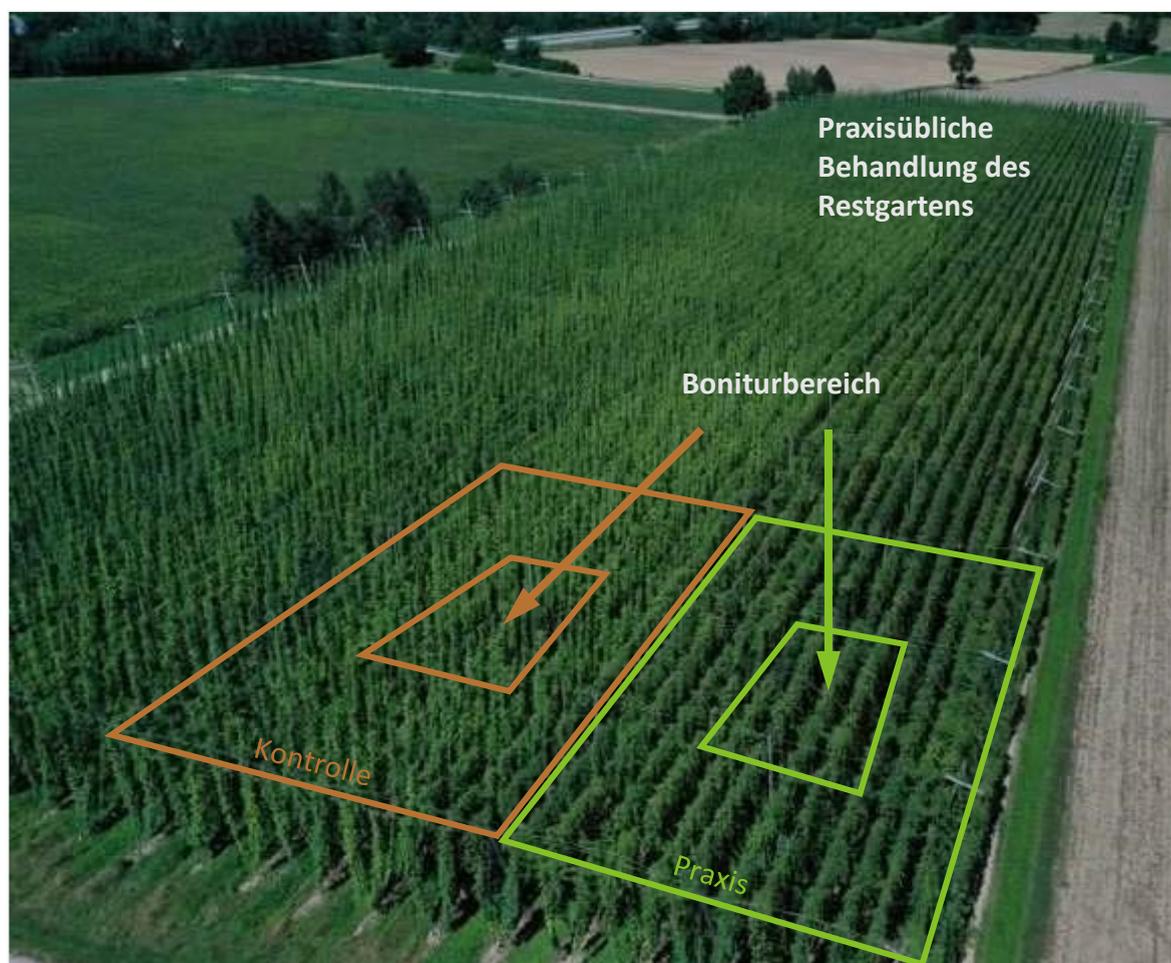


Abb. 8.8: Freiland-Versuchsaufbau: Kontrollparzelle (dargestellt in Kupfer) und Praxisparzelle (grün) mit Boniturbereich

Ergebnisse

Während es im ersten Projektjahr 2021 durch die feuchte Witterung mit wenigen Hitzetagen im Hochsommer nur zu geringerem Spinnmilbenbefall kam, war 2022 ein ideales Jahr für die Spinnmilbe. Aufgrund der anhaltenden Trockenheit und Hitze konnte sie sich rasch vermehren und erreichte zum Ende der Saison in den Kontrollparzellen der zu erntenden HKS-Versuchsgärten sogar einen Befallsindex um den Wert 4 (siehe Tabelle). Dennoch wurde bei HKS weder der Hektarertrag noch der Alpha-Säuregehalt durch den starken Befall beeinflusst. Bei den beernteten HTR-Versuchsgärten war dies anders. Trotz geringerem Befall als bei HKS war hier der Ertrag der Kontrollparzelle signifikant niedriger als in der Praxisparzelle. Bei einem der beiden geernteten SSE-Versuchsgärten war dasselbe zu beobachten. Der zweite SSE-Versuchsgarten zeigte keine Beeinträchtigung durch Spinnmilbenbefall und es gab auch keine Unterschiede zwischen Kontrolle und Praxis beim Tettnanger Hopfen. Wenn es einen signifikanten Unterschied im Alpha-Säuregehalt gab, war dieser immer in der Kontrollparzelle höher, da die Spinnmilbe die Alpha-Säuren Produktion induziert.

Die Praxisparzellen waren meist nicht völlig frei von Spinnmilben und so hat die Doldenqualität bei allen beernteten Versuchsgärten unter dem starken Spinnmilbendruck des Jahres gelitten, sowohl in den Praxis- als auch den Kontrollparzellen.

Tab. 8.1: Ergebnisse Versuchsernten 2021 und 2022

Jahr	Sorte	Parzelle	Befallsindex (BI) Mittelwert pro 30 Blätter										Versuchsernten Ergebnisse					
			Bonitur 1†		Bonitur 2		Bonitur 3		Bonitur 4		Bonitur 5		Ertrag [dt/ha]	Alphasäuren [%]	Alphaertrag [kg/ha]			
			KW	BI	KW	BI	KW	BI	KW	BI	KW	BI	MW ± SF	MW ± SF	MW ± SF			
2021	HTR	Kontrolle	25	2,05	28	2,37	31	2,67	35	2,44	-	-	25,02 ± 2,25	n.s.	6,98 ± 0,11	n.s.	174,81 ± 16,69	n.s.
		Praxis	25	1,40	28	0,90	31	0,20	35	0,43	-	-	24,32 ± 1,13		6,89 ± 0,06		167,65 ± 8,13	
	SSE	Kontrolle	25	0,05	28	0,30	30	0,73	36	1,53	-	-	17,20 ± 0,36	n.s.	6,50 ± 0,14	n.s.	111,75 ± 3,50	**
		Praxis	25	0,10	28	0,40	30	0,20	36	0,62	-	-	13,67 ± 0,88		6,15 ± 0,26		83,82 ± 4,89	
	TET	Kontrolle	26	0,20	29	0,13	32	0,50	36	0,67	-	-	21,72 ± 1,30	n.s.	5,60 ± 0,11	n.s.	121,99 ± 9,48	n.s.
		Praxis	26	0,50	29	0,40	32	0,53	36	0,90	-	-	21,32 ± 1,47		5,33 ± 0,15		113,80 ± 9,81	
	HKS	Kontrolle	25	0,15	28	0,27	30	0,60	37	2,60	-	-	31,09 ± 1,34	n.s.	20,76 ± 0,12	n.s.	645,90 ± 30,71	n.s.
		Praxis	25	0,00	28	0,27	30	0,04	37	0,90	-	-	26,88 ± 2,24		20,73 ± 0,09		557,40 ± 46,74	
2022	HTR 1	Kontrolle	23	0,30	27	1,43	29	2,37	32	2,37	35	1,23	9,32 ± 0,27		6,74 ± 0,17	*	62,76 ± 1,38	
		Praxis	23	0,25	27	0,83	29	0,97	32	0,23	35	0,77	16,48 ± 0,61	***	5,65 ± 0,33		92,51 ± 2,84	***
	HTR 2	Kontrolle	23	0,25	27	1,37	29	2,34	32	2,13	-	-	13,57 ± 0,78		8,50 ± 0,14	**	115,61 ± 8,38	
		Praxis	23	0,15	27	1,17	29	1,27	32	1,60	-	-	17,64 ± 0,17	*	7,71 ± 0,15		135,97 ± 3,23	n.s.
	SSE 1	Kontrolle	24	0,00	27	0,63	29	1,07	32	1,30	36	2,50	7,65 ± 0,43		2,79 ± 0,28		21,42 ± 2,48	
		Praxis	24	0,05	27	0,90	29	0,87	32	0,63	36	2,23	9,95 ± 0,65	*	3,07 ± 0,25	n.s.	30,45 ± 2,62	*
	SSE 2	Kontrolle	24	0,30	27	1,03	29	1,50	32	0,97	36	2,03	19,20 ± 1,13	n.s.	3,48 ± 0,19	n.s.	67,34 ± 7,32	n.s.
		Praxis	24	0,15	27	0,27	29	0,53	32	0,00	36	0,13	16,82 ± 0,98		3,42 ± 0,12		57,32 ± 3,26	
	TET	Kontrolle	25	0,57	-	-	31	2,50	34	3,00	35	2,43	13,88 ± 2,64		5,15 ± 0,06	*	71,51 ± 13,67	
		Praxis	25	1,07	-	-	31	2,27	34	2,43	35	1,53	16,06 ± 0,74	n.s.	4,69 ± 0,11		75,19 ± 3,57	n.s.
	HKS 1	Kontrolle	23	0,60	27	1,37	29	2,00	32	1,20	36	3,87	18,77 ± 1,23	n.s.	17,71 ± 0,19	n.s.	332,61 ± 21,14	n.s.
		Praxis	23	0,80	27	1,13	29	0,80	32	0,23	36	1,07	17,17 ± 0,85		16,97 ± 0,42		291,38 ± 16,03	
	HKS 2	Kontrolle	24	0,60	27	0,73	29	0,87	32	1,73	36	4,13	30,16 ± 1,67		18,43 ± 0,16		555,12 ± 26,84	
		Praxis	24	0,30	27	0,70	29	1,20	32	0,43	36	2,03	33,09 ± 0,92	n.s.	18,72 ± 0,25	n.s.	619,53 ± 20,23	n.s.

Abkürzungen: KW = Kalenderwoche, MW = Mittelwert, SF = Standardfehler

Signifikanzniveau: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, n.s. = nicht signifikant (t -Test oder Wilcoxon-Test)

† Bei Bonitur 1 wurden nur von der unteren und mittleren Rebenhöhe Blätter gesammelt (Mittelwert pro 20 Blätter)

9 Veröffentlichungen und Fachinformationen

9.1 Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit

	Anzahl		Anzahl
Arbeitsgruppensitzungen	4	LfL-Schriften	3
Aus-, Fort- und Weiterbildung	3	Mitgliedschaften	40
Besuchte Seminare	1	Poster	4
Durchgeführte interne Veranstaltungen	9	Praktika	5
Durchgeführte Seminare, Symposien, Fachtagungen, Workshops	9	Praktiker-Informationsveranstaltungen	3
Fachinformationen	6	Rundfunk und Fernsehen	3
Führungen	29	Veröffentlichungen	36
Gutachten und Stellungnahmen	13	Vorträge	110
Internet-Beiträge	2	Workshops	1

9.2 Veröffentlichungen

9.2.1 Arbeitsgruppensitzungen

Datum	Veranstaltung	Ort	Zielgruppe
23.02.2022	Tagung der Commodity Expert Group Minor Uses in Hops	Hüll und online	Internationale Pflanzenschutz-Spezialisten im Hopfenbau der 'Commodity Expert Group Minor Uses in Hops'
03.03.2022	Besprechung "Grünes Heft Hopfen"	online	zuständige MA für Hopfen der Bundesländer mit Hopfenanbau
26.08.2022	Interne Versuchsrundfahrt	Hüll, Stadelhof, Rohrbach	Mitarbeiter der Hopfenzüchtung
24.10.2022	Tischgespräch Hopfen	Wolnzach	Leitungsebene der verschiedenen Hopfenorganisationen

9.2.2 Aus-, Fort- und Weiterbildungen

Datum	Veranstaltung	Ort	Zielgruppe
12.05.2022	Schultag Berufsschule Pfaffenhofen	Wolnzach-Hüll	Berufsschüler Pfaffenhofen
14.07.2022	Schultag Landwirtschaftsschüler PAF	Wolnzach-Hüll	Landwirtschaftsschüler Pfaffenhofen
24.08.2022	Versuchsbesichtigung Spalt	Spalt	Züchtung

9.2.3 Besuchte Seminare, Symposien, Fachtagungen, Workshops IPZ 2022

Datum	Veranstaltung	Ort	Zielgruppe
15.03.2022	Fachgespräch PS Hopfen	online	Zuständige für PS im Hopfen von Bund, Länder und Organisationen

9.2.4 Durchgeführte interne Veranstaltungen

Datum	Titel	Ort	Veranstaltungstyp
17.02.2022	Neue Entwicklungen/Trends bei der Hopfentrocknung	Wolnzach	Online-Seminar
12.05.2022	Schultag Berufsschule Pfaffenhofen	Wolnzach-Hüll	Aus-, Fort-, Weiterbildung
31.05. - 01.06.2022	G-Hop Besprechung	Hüll	Workshop
09.06.2022	Energieeinsparung bei der Hopfentrocknung	Wolnzach	Online-Seminar
24.06.2022	Einweihung Gewächshaus Hüll	Hüll	
26.06.2022	Tag der offenen Tür Hüll	Hüll	
14.07.2022	Schultag Landwirtschaftsschüler PAF	Wolnzach-Hüll	Aus-, Fort-, Weiterbildung
24.08.2022	Versuchsbesichtigung Spalt	Spalt	Aus-, Fort-, Weiterbildung
26.08.2022	Interne Versuchsrundfahrt	Hüll, Stadelhof, Rohrbach	Arbeitsgruppensitzung

9.2.5 Durchgeführte Seminare, Symposien, Fachtagungen, Workshops IPZ 2022

Datum	Veranstaltung	Ort	Zielgruppe
09.02.2022	PS-Fachgespräch und Infoaustausch	Bruckbach	Mitarbeiter der BayWa
11.02.2022	PS-Fachgespräch und Infoaustausch	online	Mitarbeiter der Fa. Beiselen und des privaten Landhandels
16.02.2022	Probenehmer-Schulung Beizstellenzertifizierung	online via webex	Hilfskräfte der amtlichen Probenehmer
17.02.2022	Gründung Forum zur Förderung der ökologischen Pflanzenzüchtung in Bayern	Freising	Mitglieder des Forums zur Förderung der ökologischen Pflanzenzüchtung in Bayern Presse
17.02.2022	Tagung 50% Reduktion Pflanzenschutzmittel	Online	Offizialberatung
22.03.2022	Forum zur Förderung der ökologischen Pflanzenzüchtung in Bayern	Freising und Online	Mitglieder des Forums zur Förderung der ökologischen Pflanzenzüchtung in Bayern

Datum	Veranstaltung	Ort	Zielgruppe
03.07.2022 bis 08.07.2022	Meeting der Wissenschaftlich-Technischen Kommission (WTK) des Internationalen Hopfenbaubüros (IHB)	Lugo, Galizien, Spanien	Internationale Hopfenforschung
27.10.2022	Sechste Sitzung des Forums zur Förderung der ökologischen Pflanzenzüchtung in Bayern	Freising	Wertschöpfungskette Öko-Landbau, Züchtung. Landwirtschaft, Saatgutvermarktung, Verarbeitung, Verbrauch
11.11.2022	Beratungsgremium	Hüll	Hopfen- und Brauwirtschaft

9.2.6 Fachinformationen

Zitat
Obster, R., Euringer, S. Maier, J.; Portner, J.: 'Integrierter Pflanzenschutz' (Poster)
Obster, R., Euringer, S.; Kaindl, K.; Baumgartner, A.: 'Der Echte Mehltau im Hopfen' (Poster)
Obster, R., Euringer, S.; Kaindl, K.; Baumgartner, A.; Münsterer, J.: 'Peronospora im Hopfenbau' (Poster)
Portner, J., Stampfl, J.: 'Klimawandel und Hopfenanbau', Schafhof, 31.08.2022, Hopfenrundfahrt, VdH (Poster)
Portner, J.: 'Aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstmeldungen' (Internet-Beitrag)
Portner, J.: 'Fortbildungsveranstaltungen der LfL;' (Internet-Beitrag)

9.2.7 Führungen

Datum	Name	Thema/ Titel	Gäste	TZ
24.06.2022		Feierliche Einweihung neuer Versuchseinrichtungen am LfL-Standort in Hüll	Einweihung der Vegetationshalle mit P und Ministerin	100
31.05.2022	Euringer, S.	Hopfenforschung Hüll	Doemens Internat.	40
26.09.2022	Euringer, S.	Hopfenforschung Hüll	SumiAgro und Agro-Kanesho	10
28.07.2022	Euringer, S.; Lutz, A.; Kammhuber, K.; Weihrauch, F.	Hopfenforschung Hüll	Lisa Badum und Leon Eckert, Bundestagsabgeordnete	4
04.08.2022	Fuß, S.; Lutz, A.; Münsterer, J.	Produktionstechnische Maßnahmen bei Hagelschäden Tango - die neue Aromasorte aus Hüll Energieeinsparung bei der Hopfentrocknung	LfL Rundfahrt Kelheim	30
02.08.2022	Fuß, S.; Lutz, A.; Münsterer, J.	Produktionstechnische Maßnahmen nach Hagelschäden Tango - die neue Hüller Aromasorte Energieeinsparung bei der Hopfentrocknung	LfL Rundfahrt Ring junger Hopfenpflanzler	60
14.09.2022	Kammhuber, K.	Hopfenforschung Hüll, Analytik und Bonitierung	BLE, Herr Betzold und Herr Rebmann	2
01.08.2022	Kammhuber, K.	Hopfenforschung in Hüll, Hopfenanalytik	Prof. Fujiwara und Akiko Yoshinaga	2
28.09.2022	Lutz, A.	Bonitierung interessanter Zuchtstämme	New Clarus Brewing Company, Dan Carey	2

Datum	Name	Thema/ Titel	Gäste	TZ
15.03.2022	Lutz, A.	Führung Hopfenforschungszentrum Hüll Zusammenarbeit	Hopfenbaugenossenschaft Österreich	3
29.08.2022	Lutz, A.	Führung durch das Hopfenforschungszentrum	IGN Hop Quality Group	8
01.07.2022	Lutz, A.	Führung durch das Hopfenforschungszentrum	Mitarbeiter der HVG Spalt	10
05.07.2022	Lutz, A.	Führung durch das Hopfenforschungszentrum	Tams, Bundessortenamt	1
19.04.2022	Lutz, A.	Führung durch das Hopfenforschungszentrum, Bierprobe	Doemens Akademie Brew Master International	45
13.09.2022	Lutz, A.	Führung durch das Hopfenforschungszentrum Bonitur von Hopfendolden interessanter Zuchtstämme und Sorten	AB InBev	10
09.09.2022	Lutz, A.	Führung durch das Hopfenforschungszentrum und Bierprobe	Deutsche Bierakademie	20
20.07.2022	Lutz, A.	Führung durch das Hopfenforschungszentrum und Bierprobe	Frauenbund Larsbach	25
18.10.2022	Lutz, A.	Hopfensorten, Aromabonitur	Schönram Brauerei, Braumeister	2
12.05.2022	Lutz, A.	Hopfenzüchtung	Berufsschüler der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen	20
31.05.2022	Lutz, A.	Hopfenzüchtung und Hopfensorten für Brauereien	Doemens Akademie Braumeisterklasse	60
23.08.2022	Lutz, A.	Neue Zuchtstämme und Sorten	BayWa	12
08.09.2022	Lutz, A.	Neue Zuchtstämme und Sorten	Mitarbeiter der HVG	10
30.07.2022	Lutz, A.; König, W.	Hopfenzüchtung Führung durch das Hopfenforschungszentrum	AB InBev Brasilien, Hop breeding	30
28.06.2022	Lutz, A.; Kammhuber, K.	Führung durch das Hopfenforschungszentrum	Braustudenten der TUM	20
14.09.2022	Lutz, A.; König, W.	Führung durch das Hopfenforschungszentrum	Exkursion im Rahmen der Drinctec Barth-Haas Brewers Insight	30
10.10.2022	Lutz, A.; Kneidl J.	Aromabonitur von verschiedenen Stämmen und Sorten	Rohstoffexperten des AB InBev Konzerns	6
17.10.2022	Lutz, A.; Portner, J.	Züchtung und Bewässerung	Wasserwirtschaftsamt	25
07.04.2022	Lutz, Anton	Einsatz verschiedener Hopfensorten in Brauereien. Bierprobe	Schneider Weisse	3
05.10.2022	Obster, R.	Hopfenforschungszentrum	Nichino Abordnung	4

9.2.8 Gutachten und Stellungnahmen

Datum	Bearbeiter	Titel	Auftraggeber
11.11.2022	Weihrauch, F.	Peer review	Zeitschrift 'BrewingScience'
08.11.2022	Satzger, W.; Weiß, J.; Dorfner, G.; Goßner, S.; Saller, J.; Reisenweber, J. Toews-Mayr, G.; Ippenberger, B.; Gasteiger, R.; Schneider, N.; Münsterer, J.; Fuß, S.	Einschätzung der wirtschaftlichen Lage - regelmäßige Veröffentlichung	LfL
03.11.2022	Obster, R.; Fuß, S.	Stellungnahme zur Thematik Wachstumsanomalien durch den Einsatz von Luna Sensation im Hopfenbau	BAYER
14.10.2022	Weihrauch, F.	Peer review	Zeitschrift 'Revista Brasileira de Entomologia'
24.08.2022	Fuß, S.	Offizielle Hopfenernteschätzung im Anbaugebiet Hallertau 2022	StMELF
21.07.2022	Euringer, S.; Obster, R.	Stellungnahme zum Antrag auf Art. 53 Kiron	Deutscher Hopfenpflanzerverband
29.06.2022	Doleschel, P.; Portner, J.; Lutz, A.; Weihrauch, F.	Antwort zur schriftlichen Anfrage des Abgeordneten Paul Knoblach zu Hopfenthemen	StMELF
11.04.2022	Euringer, S.; Obster, R.	Stellungnahme zum Antrag auf Art. 53 Luna Sensation	Deutscher Hopfenpflanzerverband
25.02.2022	Weihrauch, F.	Stellungnahme zu Notfallantrag nach Art. 53	Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft e.V. (BÖLW)
04.02.2022	Portner, J.; Fuß, S.	Arbeitszeiten im Hopfenanbau für die gesetzliche ldw. Unfallversicherung	Prof. Bahrs
03.02.2022	Portner, J.; Lutz, A.; Doleschel, P.	Hopfen im Klimawandel - Bericht zur Situation der bayerischen Hopfenbäuerinnen und Hopfenbauern	StMELF
01.02.2022	Euringer, S.; Obster, R.	Stellungnahme zum Antrag auf Art. 53 Exirel	Deutscher Hopfenpflanzerverband
27.01.2022	Portner, J.	Ergänzende Stellungnahme zum Bericht der Expertenkommission Wasserversorgung in Bayern	StMELF

9.2.9 Internet-Beiträge

Autor(en)	Titel	Zielgruppe
Portner, J.	Aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstmeldungen	Hopfenpflanzer
Portner, J.	Fortbildungsveranstaltungen der LfL	Hopfenpflanzer

9.2.10 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.	AG Pflanzengesundheit in Hopfen
	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)
Lutz, K.	Gesellschaft für Hopfenforschung
Münsterer, J.	Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Landshut
Obster, R.	EU Commodity Expert Groups (CEG)
Portner, J.	AG Nachhaltigkeit im Hopfenbau
	EU Commodity Expert Group Minor Uses Hops
	JKI - Fachbeirat Geräte-Anerkennungsverfahren zur Beurteilung von Pflanzenschutzgeräten
	Meisterprüfungsausschuss Regierung von Oberbayern für den Ausbildungsberuf Landwirt
Weihrauch, F.	Arbeitsgemeinschaft Bayerischer Entomologen e.V.
	British Dragonfly Society
	Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie (DGaaE)
	DGaaE, AK Neuropteren
	DGaaE, AK Nutzarthropoden und Entomopathogene Nematoden
	Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft (DPG)
	Deutsche Gesellschaft für Orthopterologie (DGfO)
	EU Commodity Expert Group (CEG) Minor Uses in Hops
	Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen e.V.
	Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.
	Münchner Entomologische Gesellschaft e.V.
	Rote Liste Arbeitsgruppe der Neuropteren Deutschlands
	Rote-Liste-Arbeitsgruppen der Libellen und Neuropteren Bayerns
	Chairman der Wissenschaftlich-Technischen Kommission des Internationalen Hopfenbaubüros
	Worldwide Dragonfly Society

9.2.11 LfL Schriften

Name(n)	Arbeitsgruppe	LfL-Schriften	Titel
Arbeitsbereich Hopfen	IPZ 5	LfL-Information	Jahresbericht 2021 - Sonderkultur Hopfen
Portner, J.	IPZ 5a	LfL-Information	Hopfen 2022 - Grünes Heft
Euringer, S.	IPZ 5b	LfL-Information	Hopfen 2022 - Grünes Heft - Pflanzenschutz

9.2.12 Poster

Autor(en)	Titel	Veranstaltung/ Ort	Veranstalter
Obster, R.	Integrierter Pflanzenschutz	Tag der offenen Tür	LfL
Obster, R.	Der Echte Mehltau im Hopfen	Tag der offenen Tür	LfL
Obster, R.	Peronospora im Hopfenbau	Tag der offenen Tür	LfL
Portner, J.	Klimawandel und Hopfenanbau	Hopfenrundfahrt, Schafhof	VdH

9.2.13 Praktika

Datum	Betreuer	Thema	Praktikantentyp
13.09.2022 - 03.02.2023	Kammhuber, K.	Forschung rund um den Hopfen	Schüler(in) FOS Scheyern
11.07.2022 – 15.07.2022	Euringer, S. (Lutz, K.; Lutz, A.)	Forschung rund um den Hopfen	Schüler(in) Gymnasium Wolnzach
31.10.2022 - 04.11.2022	Kammhuber, K.	Forschung rund um den Hopfen	Schüler(in) Gymnasium Wolnzach
21.03.2022 - 29.07.2022	Euringer, S. (Lutz, K.; Lutz, A.)	Forschung rund um den Hopfen	Schüler(in) FOS Scheyern
21.03.2022 - 29.07.2022	Euringer, S.; (Lutz, K.; Lutz, A.)	Forschung rund um den Hopfen	Schüler(in) FOS Scheyern

9.2.14 Praktiker-Informationsveranstaltungen

Datum	Veranstaltung	Ort	Zielgruppe
06.04.2022	Runder Tisch Pflanzenschutz im Öko-Hopfen	Hüll	Öko-Hopfenbauern und Berater
17.02.2022	LfL-Hopfenbauversammlung	online	Hopfenpflanzer
14.02.2022	LfL-Hopfenbauversammlung	online	Hopfenpflanzer

9.2.15 Rundfunk und Fernsehen

Sende- datum	Personen	Titel	Serie	Sender
22.08.2022	Doleschel, P.	Chancen und Potentiale der Pflanzenzüchtung für mehr Klima- und Trockenheitsresistenz	BR2/ARD-Alpha Tagesgespräch	BR
28.09.2022	Lutz, A.; König W.	Miteinander im Hopfenforschungszentrum Hüll Teil 1	Miteinander	INTV
05.10.2022	Lutz, A.; König, W.	Miteinander im Hopfenforschungszentrum Teil 2	Miteinander	INTV

9.2.16 Veröffentlichungen

Veröffentlichungen
Fuß, S. (2022): Pflanzenstandsbericht April 2022. Hopfen-Rundschau, 73. Jahrgang Ausgabe 05/2022, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 166
Fuß, S. (2022): Pflanzenstandsbericht August 2022. Hopfen-Rundschau, 73. Jahrgang Ausgabe 09/2022, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 326
Fuß, S. (2022): Pflanzenstandsbericht Juli 2022. Hopfen-Rundschau, 73. Jahrgang Ausgabe 08/2022, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 276 - 277
Fuß, S. (2022): Pflanzenstandsbericht Juni 2022. Hopfen-Rundschau, 73. Jahrgang Ausgabe 07/2022, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 234
Fuß, S. (2022): Pflanzenstandsbericht Mai 2022. Hopfen-Rundschau, 73. Jahrgang Ausgabe 06/2022, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 201
Gruppe, A., Potel, S.; Schmitz, O.; Tröger, E.-J.; Weihrauch, F.; Werno, A. (2022): Provisorische Rote Liste und Gesamtartenliste der Netzflüglerartigen (Kamelhalsfliegen, Schlammfliegen und Netzflügler im engeren Sinn oder Hafte; Neuropterida: Raphidioptera, Megaloptera, Neuroptera) Deutschlands. Naturschutz und Biologische Vielfalt, 70 (5), Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen u. Pilze Deutschlands, Band 5: Wirbellose Tiere (Teil 3), Hrsg.: Bundesamt für Naturschutz, 435 - 462
Kammhuber, K. (2022): Die Multifidole - Interessante Hopfeninhaltsstoffe, die zum Geschmack beitragen und wertvoll für die Gesundheit sind. Hopfenrundschau International, Jahresausgabe 2022/2023, Hopfenrundschau International, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer, 22 - 26
Kammhuber, K. (2022): Ergebnisse von Kontroll- und Nachuntersuchungen für Alphaverträge der Ernte 2021. Hopfen-Rundschau, Rundschau 08 - 73. Jahrgang, Hopfen Rundschau, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer, 284 - 287
Krönauer, C., Weiß, F. (2022): Bericht zum CBCVd-Monitoring 2022. Hopfen-Rundschau, 12/2022, 73. Jahrgang, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 445 - 446
Lutz, K. (2022): Forschungs- und Innovationsprojekt zur Verticillium-Welke im Hopfen. Hopfenrundschau International, 2022/2023, Hrsg.: Verband deutscher Hopfenpflanzer e.V., 140 - 142
Lutz, K. (2022): Gesundes Pflanzgut - ein wichtiger Baustein für einen erfolgreichen Hopfenanbau. Hopfenrundschau International, 2022/2023, Hrsg.: Verb. deutscher Hopfenpflanzer e.V., 138 - 139
Lutz, K. (2022): Welke-Sanierung und Zwischenfruchtanbau: Ein Widerspruch? Hopfen-Rundschau, 73. Jahrgang, 09/2022, Hrsg.: Verband deutscher Hopfenpflanzer e.V., 328 - 329
Lutz, K., Euringer, S. (2022): Sanieren lohnt sich! Hopfen-Rundschau, 73. Jahrgang, 04/2022, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V.
Münsterer, J. (2022): Optimierung der Hopfentrocknung durch den Einsatz von Wärmebildtechnik. Hopfenrundschau International, 2022/2023, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 68 - 71
Obermaier, M. (2022): Kann Hopfen einen pflanzeigenen Schutz gegen die Gemeine Spinnmilbe aufbauen? BrauIndustrie, 107 (1), 16 - 19
Obster, R. (2022): Fehl aromen durch den Einsatz von Schwefelpräparaten zum Schutz des Hopfens gegen den Echten Mehltau. LfL-Kooperation. Jahresbericht Sonderkultur Hopfen, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Obster, R. (2022): Pflanzenschutztagung. Hopfen-Rundschau

Veröffentlichungen
Obster, R., Baumgarnter, A.; Euringer, S. (2022): Erdbeeren als Zeigerpflanzen für den Echten Mehltau. Jahresbericht Sonderkultur Hopfen
Obster, R., Baumgarnter, A.; Euringer, S.; Kaindl, K. (2022): Tastversuch zur Bekämpfung der Gemeinen Spinnmilbe (<i>Tetranychus urticae</i>) bei frühem Befallsbeginn, Juni, Hopfen-Rundschau, 198 - 200
Obster, R., Euringer, S.; Fuß, S.; Kaindl, K. (2022): Hopfenputzen: Herbizideinsatz vermindern durch Essig? LfL-Kooperation. Jahresbericht Sonderkultur Hopfen, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Obster, R., Euringer, S.; Kaindl, K. (2022): Monitoring der im FJ 2021 verstärkt aufgetretenen Virose. LfL-Kooperation. LfL-Jahresbericht Sonderkultur Hopfen, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Obster, R., Euringer, S.; Stampfl, J. (2022): Pflanzenschutztagung. Hopfenrundschau International, 14 - 15
Portner, J. (2022): Bekämpfung von Peronospora-Sekundärinfektionen. Hopfen-Rundschau, 73. Jahrgang Ausgabe 06/2022, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 196
Portner, J. (2022): Kostenfreie Rücknahme von Pflanzenschutz-Verpackungen PAMIRA 2022. Hopfen-Rundschau, 73. Jahrgang Ausgabe 08/2022, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 288
Portner, J. (2022): Rebenhäckselausbringung im Herbst planen! Hopfen-Rundschau, 73. Jahrgang Ausgabe 08/2022, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 289
Portner, J. (2022): Rebenhäckseluntersuchung als zusätzliche Anforderung in den "Roten Gebieten"! Hopfen-Rundschau, 73. Jahrgang Ausgabe 08/2022, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 290
Portner, J. (2022): Zwischenfruchteinsaat im Hopfen planen. Hopfen-Rundschau, 73. Jahrgang Ausgabe 06/2022, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 197
Portner, J. (2022): Übermittlung von Angaben im Hopfensektor. Hopfen-Rundschau, 73. Jahrgang Ausgabe 05/2022, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 160 - 161
Portner, J., Brummer, A. (2022): Nmin-Untersuchung 2022 und endgültige Nmin-Werte in Bayern. Hopfen-Rundschau, 73. Jahrgang Ausgabe 05/2022, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 162 - 164
Weihrauch, F. (2022): Biodiversität - Hopfenbau und Förderung der Artenvielfalt: Passt das überhaupt zusammen? BrauIndustrie, 107 (8), Hrsg.: Verlag W. Sachon, 30 - 32
Weihrauch, F. (2022): Biodiversitätskulisse Eichelberg: Ökonomischer Hopfenbau und Biodiversität – passt das überhaupt zusammen? Hopfenrundschau International, 2022/2023, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 42 - 46
Weihrauch, F. (2022): Die Wissenschaftlich-Technische Kommission des Internationalen Hopfenbaubüros IHB traf sich im Juli 2022 in Lugo, Spanien. Hopfenrundschau International, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 62 - 64
Weihrauch, F. (2022): Internationales Hopfenbaubüro (IHB): Die IHB-Sortenliste wurde wieder aktualisiert. Hopfen-Rundschau, 73 (01), Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 14 - 23
Weihrauch, F. (2022): Kupferminimierung - Auf der Suche nach Alternativen zum Kupfereinsatz im ökologischen Hopfenbau. BrauIndustrie, 107 (4), 20 - 21
Weihrauch, F., Obermaier M.; Pillatzke J.; Eschweiler J. (2022): Evaluation of a technical solution for the application of predatory mites in hops. Proceedings of the Scientific-Technical Commission, IHGC, 2022, Lugo, Galicia, Spain, 03-07 July 2022, Hrsg.: Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, 26 - 29
Weihrauch, F., Obermaier, M. (2022): Systemic Acquired Resistance of hop plants against spider mites - a keystone of future plant protection in hops? Proceedings of the Scientific-Technical Commission, IHGC, 2022, Lugo, Galicia, Spain, 03-07 July 2022, Hrsg.: Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, 55 - 57

9.2.17 Vorträge

Ort, Datum	Referenten	Thema/Titel	Veranstalter	Zielgruppe
Wolnzach/ online, 14.02.2022	Doleschel, P.	Moderation Hopfenbau- versammlung der LfL - Teil 1	LfL	Hopfenpflanzer
Wolnzach/ online, 17.02.2022	Doleschel, P.	Moderation Hopfenbau- versammlung der LfL - Teil 2	LfL	Hopfenpflanzer
17.03.2022	Euringer, S.	Pflanzerverband Tettnang Frühjahrsitzung	LTZ	Landwirte
24.03.2022	Euringer, S.	Technisch wissenschaft- licher Ausschuss der GfH	GfH	GfH Vorstandschaft
02.06.2022	Euringer, S.	Besprechung Pflanzen- schutzreduktion durch Züchtung	LfL	Mitarbeiter LfL
02.06.2022	Euringer, S.	HVG Aufsichtsratssitzung	HVG	Aufsichtsrat HVG
21.06.2022	Euringer, S.	JKI Lückenindikation	JKI	Mitarbeiter JKI
05.07.2022 Lugo, Galizien	Euringer, S.	Leaf wall area in hops	International Hop Growers' Convention	Internationale Hopfenwissen- schaftler
01.09.2022	Euringer, S.	Leaf wall area	Hopfenpflan- zerverband	Namhafte Vertreter nationaler Zulas- sungsbehörden sowie der internationalen Pflanzenschutzindust- rie und Teilnehmer der deutschen Hopfenwirtschaft
01.09.2022	Euringer, S.	Podiumsdiskussion	Hopfenpflan- zerverband	Namhafte Vertreter nationaler Zulas- sungsbehörden sowie der internationalen Pflanzenschutzindust- rie und Teilnehmer der deutschen Hopfenwirtschaft
11.10.2022	Euringer, S.	Pflanzengesundheit und Krankheitsverhütung	AELF PAF	Meisterschüler
07.12.2022	Euringer, S.; Krönauer C.; Lutz, K.; Weiß, F.	HVG Aufsichtsratssitzung	HVG	Aufsichtsrat HVG
16.02.2022	Euringer, S.; Obster, R.	DB Hopfen BW	LTZ Augustenberg	Mitarbeiter LTZ
17.02.2022	Euringer, S.; Weiß, F.	Aktuelles zum CBCVd	LfL	Landwirte
09.03.2022	Euringer, S.; Weiß, F.	Erarbeitung des LWA- Modells im Hopfen	LfL	BASF
23.03.2022	Euringer, S., Weiß, F.	Erarbeitung des LWA- Modells im Hopfen	LfL	Bayer
Zalec, 12.04.2022	Euringer, S.; Weiß, F.	CBCVd-Workshop Zalec	IHPS Slovenien	Wissenschaftler und Studenten aus Slowe- nien und Deutschland

Ort, Datum	Referenten	Thema/Titel	Veranstalter	Zielgruppe
21.04.2022	Euringer, S.; Weiß, F.	Gründung AG- Pflanzengesundheit	LfL	Mitglieder und Berater der AG- Pflanzengesundheit
11.10.2022	Euringer, S.; Krönauer, C.; Weiß, F.	Treffen AG- Pflanzengesundheit	LfL	Mitglieder der AG- Pflanzengesundheit
Online, 08.02.2022	Euringer, S.; Lutz, K.	Feldhygiene im Hopfen- garten	Hopfenpflan- zerverband Elbe-Saale	Hopfenpflanzer aus Elbe-Saale
18.01.2022	Euringer, S.; Obster, R.	Pflanzenschutzgespräch Hopfen mit BASF	LfL	BASF Mitarbeiter
01.03.2022	Euringer, S.; Obster, R.	Integrierter Pflanzenschutz im Hopfenbau	Haus des Hopfens	LKP Hopfenring- Berater
15.03.2022	Euringer, S.; Obster, R.	Fachgespräch Hopfen mit BMEL	Haus des Hopfens	Mitarbeiter BMEL u. Verband dt. Hopfen- pflanzer
25.03.2022	Euringer, S.; Obster, R.	PCA-Schäden an Hopfen	Barth	Mitarbeiter Barth u. Verband dt. Hopfen- pflanzer
11.07.2022	Euringer, S.; Obster, R.	Vorstellung LWA BASF	LfL	Mitarbeiter BASF
21.11.2022	Euringer, S.; Obster, R.	Pflanzenschutzfachge- spräch BfR	LfL	Mitarbeiter BfR u. Verband dt. Hopfen- pflanzer
14.03.2022	Euringer, S.; Obster, R.; Kaindl, K.; Fuss, S.	Besprechung intern Ver- suchsspritzenprototyp	LfL	Mitarbeiter BfR u. Verband dt. Hopfen- pflanzer
19.01.2022	Euringer, S.; Obster, R.; Weiß, F.; Lutz, K.	LWA im Hopfenbau intern	LfL	Mitarbeiter BfR u. Verband dt. Hopfen- pflanzer
07.11.2022	Euringer, S.; Obstler, R.	Pflanzenschutzfachge- spräch Hopfen mit FMC	LfL	Mitarbeiter FMC u. Verband dt. Hopfen- pflanzer
Online, 22.02.2022	Fuß, S.	Grundlagenseminar "Bewässerung"	LfL	Hopfenpflanzer
Kollersdorf, 02.08.2022	Fuß, S.	Produktionstechnische Maßnahmen nach starken Hagelschäden	LfL	Hopfenpflanzer Ring junger Hopfen- pflanzer
Kollersdorf, 03.08.2022	Fuß, S.	Produktionstechnische Maßnahmen nach starken Hagelschäden	LfL	Hopfenpflanzer Land- kreis Freising
Kollersdorf, 04.08.2022	Fuß, S.	Produktionstechnische Maßnahmen nach starken Hagelschäden	LfL	Hopfenpflanzer VIF Kelheim
Wolnzach, 24.03.2022	Kammhuber, K.	Die Multifidole - interes- sante Hopfeninhaltsstoffe, die zum Geschmack bei- tragen und wertvoll für die Gesundheit sind	GfH	Brauer und Hopfen- spezialisten

Ort, Datum	Referenten	Thema/Titel	Veranstalter	Zielgruppe
Wolnzach, 24.03.2022	Kamhuber, K.; Portner, J.; Euringer, S.; Lutz, A.; Wehrauch, F.	Versuchs- und Forschungs- tätigkeiten des Arbeitsbe- reiches Hopfen IPZ 5	Gesellschaft für Hopfen- forschung e.V.	Mitglieder der Gesell- schaft für Hopfenfor- schung
Wolnzach- Hüll, 24.11.2022	Lusebrink, I.; Wehrauch, F.	AG Ökologische Fragen des Hopfenbaus	Gesellschaft für Hopfen- forschung e.V.	Vorstand der GfH
Wolnzach, 14.02.2022	Lutz, A.	Neue Hüller Zuchtsorten für mehr Nachhaltigkeit	LfL	Hopfenpflanzer
Stuttgart, 16.02.2022	Lutz, A.	Neue Hüller Zuchtsorten für mehr Nachhaltigkeit	StMELF Baden-Würt- temberg	Ministerium für Er- nährung, ländlicher Raum und Verbrau- cherschutz Hopfen- pflanzer aus Tettngang,
Hüll, 17.03.2022	Lutz, A.	Hüller Hopfensorten für mehr Nachhaltigkeit	HPV Tettngang	Hopfenpflanzerver- band Tettngang
Wolnzach, 24.03.2022	Lutz, A.	Hopfenzüchtung für mehr Nachhaltigkeit	GfH	Mitglieder der GfH
Hüll, 24.03.2022	Lutz, A.	Neue Hüller Hopfensorten für mehr Nachhaltigkeit	Institut Romeis	Brauer
Hüll, 18.04.2022	Lutz, A.	Hopfenzüchtung für mehr Nachhaltigkeit	LfL	Prof. Sturm, B. und Team, Leibnitz-Insti- tut für Agrartechnik und Bioökonomie Prof. Büttner, A. und Team, Fraunhofer- Institut IVV
Pfaffen- hofen, 22.06.2022	Lutz, A.	Bonitierung und Ergeb- nisse Hopfenchampion	Deutscher Hopfenpflan- zerverband	Preisträger und Pressevertreter
Bendeleben bei Bad Frankenhau- sen, 13.07.2022	Lutz, A.	Neue Hüller Zuchtsorten für mehr Nachhaltigkeit	HPV Elbe- Saale	Hopfenpflanzer aus dem Elbe-Saale Hopfenanbaugebiet
Eja, 30.07.2022	Lutz, A.	Hopfenzüchtung in Zeiten des Klimawandels	Fraktion der Grünen im Landtag	Politische Entschei- dungsträger und Öffentlichkeit
Hüll, 17.08.2022	Lutz, A.	Alles rund um die Hopfen- ernte	Hopfenring	ISO-Betriebe
Freising, 20.10.2022	Lutz, A.	Hopfenforschung und Hopfenzüchtung, Aromabonitur	Altweihenste- phaner Brauerbund	Braustudenten
Hüll, 08.03.2022	Lutz, A.; König, W., Dr. Gastl, M.	Humulus Lupulus - wie der Hopfen unser Bier beeinflusst	TUM; Bier und Brauhaus	Hobbybrauer und Bierinteressierte
Lugo, Galizien, Spanien, 06.07.2022	Lutz, K.	Thermal Treatment of hop waste - bioassay by using the indicator plant eggplant	International Hop Growers' Convention	Internationale Hopfenwissen- schaftler

Ort, Datum	Referenten	Thema/Titel	Veranstalter	Zielgruppe
Online, 02.08.2022	Lutz, K.	Thermal Treatment of hop waste	SIHB	Mitarbeitende des Slovenian Institute of Hop Research and Brewing
Niederlauerbach, 24.01.2022	Lutz, K.; Euringer, S.	Feldhygiene im Hopfengarten: Verticillium-Welke	Interessensgemeinschaft Niederlauerbach (IGN)	Mitglieder des IGN-Stammtisch
Hüll, 24.11.2022	Lutz, K.; Euringer, S.	Verticillium-Welke im Hopfen	Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.	Vorstand der GfH
Online, 17.02.2022	Münsterer, J.	Neue Entwicklungen und Trends bei der Hopfentrocknung u. -konditionierung	LfL	Hopfenpflanzer
Online, 09.06.2022	Münsterer, J.	Energieeffiziente Maßnahmen bei der Trocknung v. Hopfen	LfL	Hopfenpflanzer
Buch, 02.08.2022	Münsterer, J.	Energieeinsparung bei der Hopfentrocknung, insbesondere Wärmerückgewinnung	LfL	Hopfenpflanzer (Ring junger Hopfenpflanzer)
Buch, 03.08.2022	Münsterer, J.	Energieeinsparung bei der Hopfentrocknung, insbesondere Wärmerückgewinnung	LfL	Hopfenpflanzer (Landkreis Freising)
Buch, 04.08.2022	Münsterer, J.	Energieeinsparung bei der Hopfentrocknung, insbesondere Wärmerückgewinnung	LfL	Hopfenpflanzer (VfL Kelheim)
Online-Veranstaltung, 09.02.2022	Obermaier, M., Weihrauch, F.	Induzierte Resistenz gegen Spinnmilben im Hopfen	Bioland e.V.	Bio-Hopfenbaubetriebe, Fachberater im ökologischen Landbau
Hüll, Wolnzach, 12.05.2022	Obster, R.	Integrierter Pflanzenschutz im Hopfenbau	LfL	Berufsschüler Pfaffenhofen
Hüll, 09.12.2022	Obster, R., Baumgartner, A.; Euringer, S.; Kaindl, K.	Versuchsergebnisvorstellung Saison 2022	LfL	Landwirte
Wolnzach, 14.12.2022	Obster, R., Baumgartner, A.; Euringer, S.; Kaindl, K.	Vorstellung Versuchsergebnisse 2022	LfL	LfL-Mitarbeiter Hopfen
19.12.2022	Obster, R., Baumgartner, A.; Euringer, S.; Kaindl, K.	Vorstellung Versuchsergebnisse 2022	LfL	Arbeitsgruppenmitglieder

Ort, Datum	Referenten	Thema/Titel	Veranstalter	Zielgruppe
28.11.2022	Obster, R., Baumgartner, A.; Kaindl, K.; Krönauer, Ch.; Lutz, K.; Euringer, S.; Weiß, F.;	Neues aus der Arbeits- gruppe IPZ 5b	LfL	Arbeitsgruppen- mitglieder
11.02.2022	Obster, R.; Euringer, S.	Pflanzenschutzfach- gespräch Hopfen mit Beiselen	Beiselen	Landhandel
21.06.2022	Obster, R.; Euringer, S.	Chemische Bekämpfung als Spitze der Pyramide	AELF PAF	Meisterschüler Hopfen
Straßhof, Schweiten- kirchen, 01.09.2022	Obster, R.; Euringer, S.	Aktuelle Pflanzenschutz- probleme und Perspektiven im Hopfenanbau	Hopfenpflan- zerverband	Namhafte Vertreter nationaler Zulas- sungsbehörden sowie der internationalen Pflanzenschutzindust- rie und Teilnehmer der deutschen Hopfenwirtschaft
Poperinge, 08.11.2022	Obster, R.; Euringer, S.	Results of the trials in 2022	CEG	Commodity Expert Groups (CEG)
12.12.2022	Obster, R.; Euringer, S.	Vorstellung Versuchs- ergebnisse	LfL	Pflanzenschutzfirma
13.12.2022	Obster, R.; Euringer, S.	Vorstellung Versuchs- ergebnisse	LfL	Pflanzenschutzfirma
28.11.2022	Obster, R.; Euringer, S.; Fuß, S; Kaindl, K.	Versuchsergebnisvor- stellung	LfL	Pflanzenschutzfirma
Online, 17.02.2022	Obster, R.; Euringer, S.; Kaindl, K.; Baumgartner A.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2022	LfL – Hopfenbau- versammlung online	Hopfenpflanzer
Poperinge, 08.11.2022	Obster, R.; Euringer, S.; Lutz, K.; Weiß, F.	Adopting Leaf Wall Area in Hop	CEG	Commodity Expert Groups (CEG)
Pfaffen- hofen, 11.10.2022	Obster, R.; Euringer, S; Fuß, S.	Was ist zu beachten bei der Pflanzenschutzmittel- auswahl/-planung?	AELF PAF	Meisterschüler
12.01.2022	Obster, R.; Euringer, S.	Pflanzenschutzgespräch Hopfen mit SumiAgro	VdH	Mitarbeiter SumiAgro
19.01.2022	Obster, R.; Euringer, S.	Pflanzenschutzfachge- spräch Hopfen mit FMC	VdH	Mitarbeiter FMC
20.01.2022	Obster, R.; Euringer, S.	Pflanzenschutzfachge- spräch Hopfen mit Bayer	VdH	Mitarbeiter Bayer
26.01.2022	Obster, R.; Euringer, S.	Pflanzenschutzfachge- spräch Hopfen mit Syngenta	VdH	Mitarbeiter Syngenta
09.02.2022	Obster, R.; Euringer, S.	Zulassungssituation Pflan- zenschutzmittel 2022	BayWa	Landhandel
Digital, 11.02.2022	Obster, R.; Euringer, S.	Zulassungssituation Pflan- zenschutzmittel 2022	LfL	Lagerhäuser

Ort, Datum	Referenten	Thema/Titel	Veranstalter	Zielgruppe
01.03.2022	Obster, R.; Euringer, S.	Interne Versuchs- koordination	LfL	Arbeitsgruppen- mitglieder
12.05.2022	Obster, R.; Euringer, S.	Pflanzenschutz im Hopfen- bau	AELF PAF	Berufsschüler Hopfen
Wolnzach, 24.03.2022	Portner, J.	Projekte und Aufgaben der Arbeitsgruppe Produkti- onstechnik Hopfen	Gesellschaft für Hopfen- forschung	Mitglieder und Gäste der GfH
Hüll, 08.04.2022	Portner, J.	Besprechung gemeinsamer Forschungsziele Hopfen	LfL	Vertreter von Fraun- hofer und Leibnitz Institut
Wolnzach, 02.06.2022	Portner, J.	Antrag auf Zuwendungen für Forschungsprojekte im Hopfen	HVG	Mitglieder des Vor- stands und Aufsichts- rats der HVG
Aiglsbach, 08.06.2022	Portner, J.	Projektvorstellung "Alpha- untersuchungen"	Hopfenpflan- zerverband Hallertau	Beirat des Hopfen- pflanzerverbandes Hallertau
Moosburg a. d. Isar, 15.09.2022	Portner, J.	Fachkritik Hopfen	Stadt Moos- burg a. d. Isar	Preisträger und Gäste
Braun- schweig, 28.09.2022	Portner, J.	Anwendungssicherheit beim Pflanzenschutz im Hopfen	BVL	Experten von Firmen, Verbänden, Organisa- tionen und Behörden mit Bezug zur An- wendungssicherheit beim Pflanzenschutz
Grub, 10.11.2022	Portner, J.	Klimawandel und Sonder- kultur Hopfen, Bewässe- rung und mehr	LfL	Behördenleitungen der ÄELF und Abt. 6 der Regierungen
Hüll, 28.11.2022	Portner, J.	Projekte und Versuche von IPZ 5a 2022 und Ausblick 2023	LfL	Mitarbeiter von IPZ 5
Hüll, 28.11.2022	Portner, J.	Strategieprozess LfL 2023 - Ziele und Zeitplan	LfL	Mitarbeiter IPZ 5
Wolnzach, 07.12.2022	Portner, J.	Antrag auf Zuwendungen für Forschungsprojekte im Hopfen	HVG	Mitglieder des Vor- stands und Aufsichts- rats der HVG
Hüll, 08.12.2022	Portner, J.	Projekte und Versuche 2022 und Ausblick 2023	LfL	Mitglieder des AK "Unternehmensfüh- rung Hopfen"
Wolnzach, 24.03.2022	Portner, J.; Schlagenhauser, A.	Ergebnisse aus den For- schungsprojekten zur Stickstoffdynamik bei Rebenhäckseln	Gesellschaft für Hopfen- forschung	Mitglieder des Tech- nisch Wissenschaftli- chen Arbeitsaus- schuss der GfH
Online, 23.02.2022	Schlagenhauser, A.; Fuß, S.	Hopfenbauseminar: Effek- tives Düngemanagement im Rahmen der akt. DüV	LfL	Hopfenpflanzer
Online- Tagung, 09.02.2022	Weihrauch, F.; Obermaier, M.	Aktuelle Projekte der Arbeitsgruppe IPZ 5e „Ökologische Fragen des Hopfenbaus“	Bioland e.V.	Bio-Hopfenbaube- triebe, Fachberater im ökologischen Landbau

Ort, Datum	Referenten	Thema/Titel	Veranstalter	Zielgruppe
Wolnzach, 24.03.2022	Weihrauch, F.	Induzierte Resistenz gegen Spinnmilben im Hopfenanbau	Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.	Technisch-Wissenschaftlicher Ausschuss der GfH
Lugo, Galizien, Spanien, 04.07.2022	Weihrauch, F.; Obermaier M.; Pillatzke J.; Eschweiler J.	Evaluation of a technical solution for the application of predatory mites in hops	International Hop Growers' Convention	Internationale Hopfenwissenschaftler
Lugo, Galizien, Spanien, 05.07.2022	Weihrauch, F.; Obermaier, M.	Systemic Acquired Resistance of hop plants against spider mites - a keystone of future plant protection in hops?	International Hop Growers' Convention	Internationale Hopfenwissenschaftler
Prag, 26.07.2022	Weihrauch, F.	Report on the 2022 Meeting of the Scientific-Technical Commission in Lugo, Galicia, Spain	Internationales Hopfenbaubüro (IHB)	Internationale Hopfenwirtschaft; Pflanzler, Handel, Wissenschaft
Prag, 28.07.2022	Weihrauch, F.	Brief report of the Scientific-Technical Commission, I.H.G.C.	Internationales Hopfenbaubüro (IHB)	Internationale Hopfenwirtschaft; Pflanzler, Handel, Wissenschaft
Eichelberg, 18.08.2022	Weihrauch, F.	Artenvielfalt im Einklang mit Hopfenbau: Das Konzept der ‚Biodiversitätskulisse Eichelberg‘	Interessensgemeinschaft Qualitätshopfen Niederlauterbach (IGN)	Hopfenpflanzler, Brauer, Verbandsakteure, Fachpresse
Mainburg, 20.10.2022	Weihrauch, F.	Hopfenbau: Mehr Ökologie wagen	Bund Naturschutz, KG Kelheim	interessierte Bürger, Hopfenbaubetriebe
Online- Tagung, 17.11.2022	Weihrauch, F.	Copper monitoring in Germany: Hop cultivation	JKI und BÖLW	Wissenschaftler, Berater und Firmenvertreter aus dem Bereich Biologischer Landbau
Aiglsbach, 29.11.2022	Weihrauch, F.	Raubmilben in der Hopfenbaupraxis – zukünftig wichtiger Baustein für einen zeitgerechten Pflanzenschutz?	Hopfenring e.V	Hopfenbaubetriebe, Hopfenring-Berater, Hopfenhandel
Hüll, 21.06.2022	Weiß, F.; Euringer, S.; Lutz, K.	<i>Verticillium</i> und CBCVd im Hopfenbau	AELF PAF	Meisterschüler Hopfen
Online, 03.02.2022	Weiß, F.; Lutz, K.	Spektralanalysen im Hopfen	LfL	Mitarbeiter der Firma GeoKonzept
29.11.2022	Weiß, F.; Lutz, K., Euringer, S.	Smart Farming Hopfen	BayWa	BayWa Abteilung Hopfen und Smart Farming
Hüll, 29.06.2022	Weiß, F.; Lutz, K.; Euringer, S.	Schulung der ÄELF und IPS zu <i>Verticillium</i> und CBCVd	LfL	Kontrolleure ÄELF Pflanzenpass IPS 4c

Ort, Datum	Referenten	Thema/Titel	Veranstalter	Zielgruppe
Hüll, 30.06.2022	Weiß, F.; Lutz, K.; Euringer, S.	1. Vorbereitungstag CBCVd-Monitoring	LfL	Aushilfskräfte CBCVd-Monitoring
Hüll, 01.07.2022	Weiß, F.; Lutz, K.; Euringer, S.	2. Vorbereitungstag CBCVd-Monitoring	LfL	Aushilfskräfte CBCVd-Monitoring Einkäufer der Hopfenwirtschaft

9.2.18 Workshops

Datum	Veranstaltung	Ort	Zielgruppe
31.5.2022 - 1.6.2022	G-Hop Besprechung	Hüll	Züchtung

10 Unser Team

Für die Landesanstalt für Landwirtschaft - Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Hüll / Wolnzach / Freising waren im Jahre 2022 tätig (AG = Arbeitsgruppe):

IPZ 5

Koordinator: Direktor an der LfL Dr. Peter Doleschel

Alexandra Hertwig

Birgit Krenauer

IPZ 5a

AG Hopfenbau, Produktionstechnik

Leitung: LD Johann Portner

Elke Fischer

LAR Stefan Fuß

LAR Jakob Münsterer

B.Sc. Andreas Schlagenhauer

IPZ 5b

AG Pflanzenschutz im Hopfenbau

Leitung: Simon Euringer

Anna Baumgartner

Maria Felsl

Korbinian Kaindl

Christina Krönauer (ab 01.07.2022)

Kathrin Lutz

Marlene Mühlbauer

Regina Obster

Johann Weiher

Florian Weiß

IPZ 5c**AG Züchtungsforschung Hopfen****stellvertr. Leitung LR Anton Lutz**

Brigitte Brummer
LTA Renate Enders
CTA Brigitte Forster
CTA Petra Hager
LTA Brigitte Haugg
Maximilian Heindl (bis 31.10.2022)
Agr.-Techn. Daniel Ismann
LTA Jutta Kneidl
Katja Merkl
Sonja Ostermeier
Ursula Pflügl
Andreas Roßmeier
Maximilian Schleibinger

IPZ 5d**AG Hopfenqualität und -analytik****Leitung: RD Dr. Klaus Kammhuber**

Chemielaborantin Sandra Beck
MTLA Magdalena Hainzmaier
CL Evi Neuhof-Buckl
CTA Silvia Weihrauch
CTA Birgit Wyschkon

IPZ 5e**AG Ökologische Fragen des Hopfenbaus****Leitung: Dipl.-Biol. Dr. Florian Weihrauch**

Dr. Inka Lusebrink (ab 01.08.2022)
M.Sc. Maria Obermaier