



Qualitätssicherung im Hopfenbau

Abschlussbericht

Themen-Nr.: 42.18.430/2006

Langtitel: **Qualitätssicherung im Hopfenbau**
Kurztitel: Hopfen
Projekt: Öl-, Energie- und Industriepflanzen
Projektleiter: Dr. Armin Vetter
Abteilung: Pflanzenproduktion
Abteilungsleiter: Dr. Armin Vetter
Laufzeit: 01/2003 bis 12/2006
Auftraggeber: Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt
Bearbeiter: Diplomlandwirt Peter Wieser
Dipl.-Ing. agr. Angela Werner

Jena, im März 2007



Präsident
Prof. Dr. Gerhard Breitschuh



Projektleiter
Dr. Armin Vetter

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	Einleitung	3
2	Erarbeitung von beratungsfähigem Wissen	4
2.1	Sortenprüfung	4
2.2	Stickstoffdüngung	7
2.3	Bewässerung	9
2.4	Pflanzenschutz	12
2.4.1	Testung auf Virusresistenz	12
2.4.2	Peronospora-Prognose	15
2.4.3	Amtliche Mittelprüfung	17
3	Neutrale Qualitätsfeststellung	18
3.1	Klassisches Verfahren	18
3.2	Befallsermittlung mittels Scanalyzer	22
4	Kulturlandschaftsprogramm	25
5	Zusammenfassung	25
	Anhang A1 – A8	27 - 29

1 Einleitung

Hopfen wird in Deutschland in den Gebieten Hallertau und Spalt (Bayern), Tettngang (Baden-Württemberg), Baden-Bitburg (Rheinland-Pfalz) und Elbe-Saale (Thüringen, Sachsen-Anhalt, Sachsen) angebaut. Nach dem größten zusammenhängenden Hopfenanbaugebiet der Welt, der Hallertau, ist das Anbaugebiet Elbe-Saale das zweitgrößte und nördlichste Anbaugebiet Deutschlands. Anhand der jährlich von der Hopfenverwertungsgenossenschaft (HVG) durchgeführten Anbauflächenerhebung, betrug die Hopfenanbaufläche in Deutschland 2006 16.692 ha, wovon 1.284 ha auf das Anbaugebiet Elbe-Saale entfallen. Bezüglich der Länder ergeben sich im Anbaujahr 2006 folgende Flächenanteile:

Sachsen	405 ha
Thüringen	365 ha.

Die Hopfenfläche des Anbaugebietes Elbe-Saale wurde im Jahr 2006 von 29 Hopfenbetrieben bewirtschaftet. Daraus errechnet sich eine durchschnittliche Betriebsgröße von 44,3 ha. Im Gegensatz dazu beträgt sie in der Hallertau zzt. 11,0 ha und im am Bodensee gelegenen Tettngang 6,5 ha.

Das weltweit größte Hopfenforschungszentrum befindet sich im Zentrum der Hallertau, in Hüll. Vom Institut werden im Auftrag der Hopfen- und Brauwirtschaft alle Fragen rund um den Hopfen bearbeitet, wobei der Züchtung neuer Hopfensorten eine besondere Bedeutung zukommt. Eine enge Kooperation besteht zwischen Hüll und den in Thüringen und Baden-Württemberg bedeutenden Einrichtungen für den Hopfenanbau. In Tettngang ist es das vom Landratsamt des Bodenseekreises betreute Hopfenversuchsfeld in Straß, für das Anbaugebiet Elbe-Saale die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL).

Von der TLL wird in Absprache mit den Ministerien der drei Bundesländer Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen die fachtechnische Betreuung des Anbaugebietes Elbe-Saale wahrgenommen. Die im Thema Qualitätssicherung im Hopfenbau von 2003 bis 2006 bearbeiteten Schwerpunkte:

- Prüfung neuer Sorten und Zuchtstämme zur Anbaueignung im Anbaugebiet Elbe-Saale
- Untersuchungen zur optimalen N-Düngung bei der Hauptsorte ‚Hallertauer Magnum‘
- Überwachung der Reinfektion virusfrei ausgepflanzter Sorten und Zuchtstämme
- Prüfung der Effizienz der Bewässerung
- Sicherung der Qualität von Hopfenpartien im Anbaugebiet Elbe-Saale

sollen zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit des Thüringer Hopfenbaus beitragen. Es sind Anbau- und Vermarktungsempfehlungen zu erarbeiten, um eine effiziente und umweltgerechte Hopfenproduktion zu ermöglichen.

2 Erarbeitung von beratungsfähigem Wissen

2.1 Sortenprüfung

Die wichtigsten Kriterien für die Auswahl von anbauwürdigen Sorten sind:

- Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und Schädlinge,
- hohe Qualität für gute Vermarktungschancen,
- hohe Erträge, um die Rentabilität des Hopfenanbaus zu gewährleisten,
- unterschiedliche Reifezeiten zur Einhaltung des optimalen Pflückzeitraumes,
- Anbau mehrerer Sorten (Aromasorten – Bitterstoffsorten) zur Verminderung des Marktrisikos,
- Ausgleich des Jahresrisikos durch unterschiedliche Anforderungen der einzelnen Sorten an die Jahreswitterung.

Wie schon in der Einleitung erwähnt, erfolgt die Züchtung neuer Hopfensorten ausschließlich im Hopfenforschungszentrum Hüll. Die für die Zulassung beim Bundessortenamt vorgesehenen Zuchtstämme werden in Absprache mit dem Forschungszentrum Hüll auf ihre Anbaueignung im Anbaugebiet Elbe-Saale geprüft. Für die Sorten- bzw. Zuchtstammprüfung steht der TLL eine Teilfläche von 0,5 ha der Hopfenanlage der Agrarproduktion Großromstedt GmbH & Co. KG zur Verfügung. Alle Pflegemaßnahmen sowie die Krankheits- und Schädlingsbekämpfung erfolgt in Absprache mit der TLL durch die Agrarproduktion.

Die TLL führt alle für die Beurteilung der Anbaueignung der geprüften Sorten und Zuchtstämme wichtigen Bonituren durch. Dazu gehören z. B. Schnittzeitpunkt, Zeit und Stärke des Austriebes, Windevermögen nach dem Anleiten, Blühbeginn, Reifezeitpunkt und Pflückeignung. Die Ernte der zu prüfenden Sorte und Zuchtstämme erfolgt mit einer belgischen Allaey's-Pflückmaschine, die aufgrund ihrer geringen Leistung (120 bis 150 Reben/Stunde) sehr gut für die Ernte von Parzellenversuchen geeignet ist.

Für die Bewertung der Qualität der in Prüfung stehenden Sorten und Zuchtstämme ist der Gehalt an Alphasäuren, dem brautechnisch wichtigsten Inhaltsstoff des Hopfens, das entscheidende Kriterium. Die Bestimmung des Alphasäuregehaltes erfolgt konduktometrisch nach der Prüfvorschrift EBC 7.4. Die Ergebnisse der von 2003 bis 2006 geprüften Sorten und Zuchtstämme aus dem Apoldaer Sortiment sind in den folgenden Tabellen 1 und 2 zusammengefasst.

Tabelle 1: Ertrag (Ztr./ha) und Alphasäuregehalt (%) von Hopfensorten und Zuchtstämmen 2003 – 2006, Sortiment Apolda

Sorte	Pflanzjahr	Ertrag Ztr./ha				Alphasäuregehalt % lftr.			
		2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006
Aromahopfen									
‚Hallert. Tradition‘	F 1992	32,2	38,6	40,2	24,1	2,6	5,4	8,3	5,8
‚Hallertauer mfr.‘	F 1978	35,2	32,0	38,0	40,9	3,2	6,7	4,4	3,3
‚Perle‘	H 1981	28,8	38,8	44,6		2,6	7,6	7,4	
‚Perle‘ (alt)	H 2000	32,4	49,0	43,4	37,4	2,9	6,0	8,3	6,3
‚Perle‘ (neu)	H 2000	32,2	45,6	46,0	41,6	4,7	6,0	8,4	6,7
‚Saphir‘	F 2001	41,2	40,6	47,8	27,2	2,4	5,1	4,4	3,5
‚Smaragd‘	F 1997	29,2	46,6	35,0	31,5	2,3	5,3	7,6	6,2
‚Opal‘	F 1996	30,8	31,0	41,6	28,5	2,4	6,5	8,7	7,2
Bitterhopfen									
‚Hallert. Magnum‘	F 1992	44,2	44,2	43,6	43,4	11,8	16,3	15,0	12,4
‚Nugget‘	F 1992	42,4	44,8	51,2	44,2	6,9	9,1	11,0	8,6
‚Hallert. Taurus‘	F 1993	-	33,4	-	-	10,6	17,3	15,1	14,2
‚Northern Brewer‘	H 1978	19,6	27,8	39,0	31,6	6,2	8,1	8,0	7,9
‚Target‘	F 1986	34,2	46,3	52,6	48,4	5,9	8,2	12,2	10,2
‚Hallert. Merkur‘	F 1996	39,4	40,4	35,8	39,2	9,4	15,2	13,6	11,1
90/61/9*	F 1994	-	34,5	-	45,4	-	12,0	-	8,7
93/10/4*	F 1996	-	40,8	-	53,2	-	15,1	-	11,3

* beim Bundessortenamt (BSA) zur Anmeldung vorgesehen

Beurteilung der Aromahopfen

- ‚Hallertauer Mittelfrüher‘ (HA): Bei dieser Sorte handelt es sich um eine alte Landsorte aus der Hallertau, die nicht zum Anbau empfohlen werden kann.
- ‚Hallertauer Tradition‘ (HT) und ‚Perle‘ (PE): Beide Sorten sind Züchtungen des Hopfenforschungszentrums Hüll und werden als Aromasorten im Anbaugebiet Elbe-Saale angebaut.
- ‚Saphir‘ (SR), ‚Smaragd‘ (SD) und ‚Opal‘ (OL): Die drei Sorten sind gleichfalls Neuzüchtungen aus Hüll. Ein Anbau kann infolge zu geringer Nachfrage der Brauindustrie nicht empfohlen werden.

Beurteilung der Bitterhopfen

- ‚Hallertauer Magnum‘ (HM): Diese aus Hüll stammende Hochalphasorte wurde 1993 zugelassen und ist mit einer Anbaufläche von ca. 830 ha die wichtigste Sorte im Anbaugebiet Elbe-Saale.
- ‚Nugget‘ (NU): Es handelt sich um eine ältere Bittersorte aus den USA, deren Bedeutung durch jährliche Rodungen von Jahr zu Jahr geringer wird.
- ‚Hallertauer Taurus‘ (TU): Gleichfalls eine Hüller Zuchtsorte, die sich durch sehr hohe Alphawerte auszeichnet. Da sie vor allem auf den schweren Böden in der Region Elbe-Saale sehr empfindlich gegenüber Stocksterben ist, geht die Anbaufläche stark zurück.
- ‚Northern Brewer‘ (NB): Diese Sorte wurde 1934 in England zugelassen. Da sowohl die Erträge als auch die Alphasäuregehalte wesentlich geringer sind, als die der Neuzüchtungen aus Hüll, ist ein jährlicher Flächenrückgang zu verzeichnen.
- ‚Target‘ (TA): Mit < 4 ha Anbaufläche ist diese Sorte bedeutungslos, zumal der Absatz in der Brauindustrie nicht gesichert ist.

- ‚Hallertauer Merkur‘ (MR): Es handelt sich um eine mehltreueresistente Neuzüchtung aus Hüll. Die Anbaufläche im Anbaugebiet ist rückläufig, da einerseits die Bitterstoffleistung im Vergleich zur Hauptsorte ‚Hallertauer Magnum‘ geringer ist und andererseits ein weiterer Nachteil in der hohen Botrytisanfälligkeit besteht.
- Zuchtstamm 90/61/9 und 93/10/4: Beide Zuchtstämme sind sehr anfällig gegenüber Doldensterben und wurden beim Bundessortenamt nicht angemeldet.

In Absprache mit dem Forschungszentrum Hüll wurden im Frühjahr 2002 zehn für die Zulassung vorgesehene Zuchtstämme auf der Versuchsfläche (Sortiment) der TLL ausgepflanzt. Von diesen neugepflanzten Zuchtstämmen wurden im Herbst 2002 vier Stämme beim Bundessortenamt zur Prüfung angemeldet (Tab. 2).

Tabelle 2: Ertrag (Ztr./ha) und Alphasäuregehalt (%) der 2002 gepflanzten Zuchtstämme im Sortiment Apolda

Zuchtstamm	Pflanzdatum	Ertrag Ztr./ha				Alphasäuregehalt % lfr.			
		2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006
89/2/25	12.03.02	20,8	41,2	54,8	44,3	2,9	5,7	6,6	8,6
83/69/8	12.03.02	27,8	48,0	56,8	32,6	2,3	5,7	7,6	4,5
93/10/36*	12.03.02	38,2	49,0	58,4	42,6	8,2	16,8	13,4	13,8
94/75/75 ⁸	12.03.02	-	-	-	27,7	-	-	-	15,8
‚Herkules‘*	12.03.02	38,2	58,3	61,6	45,6	9,7	16,0	17,3	14,0
‚Columbus‘	08.05.02	42,6	44,4	62,4	59,3	7,7	13,1	12,8	9,2
93/10/63*	08.05.02	28,2	34,2	50,6	44,2	5,6	13,0	14,8	12,6
95/94/721	08.05.02	46,0	43,8	59,4	54,0	9,1	13,2	14,0	9,6
93/10/34*	08.05.02	30,0	28,0	44,8	37,5	11,4	16,8	14,6	12,5
95/94/730	08.05.02	42,4	39,6	39,0	33,4	9,2	13,6	10,9	10,7
87/24/3	15.03.03	-	-	47,0	29,9	-	-	8,2	5,0
‚Herkules‘ jung	15.03.03	-	34,5	52,4	-	-	15,1	17,3	-

* beim Bundessortenamt (BSA) angemeldet

- ‚Herkules‘ (HS): Der wichtigste Zuchtstamm mit der Bezeichnung 95/94/816 ist im Jahr 2005 vom Bundessortenamt unter dem Sortennamen ‚Herkules‘ als Hochalphasorte zugelassen worden. Der ‚Herkules‘ ist sowohl in der Hallertau als auch im Anbaugebiet Elbe-Saale die Sorte mit der größten Flächenerweiterung. Die guten Ergebnisse der Ertrags- und Qualitätsprüfung des Standortes Apolda haben einen wesentlichen Einfluss auf die Flächenausdehnung im Anbaugebiet Elbe-Saale.
- ‚Columbus‘ (CS): Hierbei handelt es sich um eine amerikanische Hopfensorte mit sehr hohen Erträgen, aber seitens der Brauereien unerwünschtem Aroma. Noch vorhandene Restflächen wurden gerodet.

Neben der Ertrags- und Qualitätsermittlung spielt die Frage nach dem optimalen Erntetermin eine entscheidende Rolle. Durch die nördlichere Lage des Anbaugebietes Elbe-Saale im Vergleich zur Hallertau wird die Reife fünf bis sechs Tage später erreicht. Die richtige Wahl des Erntezeitpunktes ist ein entscheidender Faktor für die Rentabilität der Hopfenproduktion, denn ein zu früher Zeitpunkt führt zu nichtausgewachsenem Hopfen mit geringeren Erträgen und niedrigeren Alpha-Werten. Bei zu spät geernteten Hopfen leidet die Qualität und das sortenspezifische Aroma.

Um die Thüringer Hopfenbetriebe bei der schwierigen Entscheidung des optimalen Erntebeginns zu unterstützen, wurden wichtige Sorten sowie die in Prüfung stehenden

Tabelle 4: Einfluss der N-Düngung auf den Ertrag (dt/ha), Apolda 1998 bis 2005

N _{min} + N-Düngung (kg/ha)	Ertrag (dt/ha)															
	breitwürfige Düngung								Banddüngung							
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
120	19,7	23,4	20,3	16,5	18,6	26,5	21,0	22,6	18,9	23,9	20,2	13,5	18,8	25,4	21,7	22,8
160	19,6	24,9	20,9	16,2	18,1	25,3	22,8	22,1	19,9	25,0	19,8	14,5	18,7	25,8	20,5	23,9
200 (Kontrolle)	20,8	23,8	20,6	15,8	17,4	25,5	21,6	24,2	18,8	22,4	20,8	14,4	17,1	25,6	23,6	26,2
235	19,8	20,6	21,1	15,2	18,5	26,3	25,8	24,3	20,6	22,5	20,6	15,3	19,2	25,9	25,2	25,1
270	18,2	23,9	23,7	16,3	18,1	25,7	25,5	24,5	20,0	24,4	20,1	14,4	17,7	24,0	24,6	25,0
GD _{t,5%}	3,4	3,8	2,0	2,4	1,7	3,6	3,3	2,3	3,4	3,8	2,0	2,4	1,7	3,6	3,3	2,3

Tabelle 5: Einfluss der N-Düngung auf die Qualität (Alphasäuren % lfr.), Apolda 1998 bis 2005

N _{min} + N-Düngung (kg/ha)	Alphasäuren (% lfr.)															
	breitwürfige Düngung								Banddüngung							
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
120	13,9	14,0	15,2	14,9	13,7	12,3	13,1	15,4	11,5	13,4	14,8	13,9	13,8	11,4	13,1	15,4
160	12,7	13,4	15,1	14,3	13,8	12,2	14,1	15,7	13,0	13,5	15,5	13,4	14,5	12,0	14,3	15,6
200 (Kontrolle)	12,4	13,1	15,3	13,7	14,6	11,8	14,8	15,6	12,1	13,0	15,4	13,6	13,5	11,2	15,0	15,9
235	12,6	13,1	14,9	13,8	13,1	12,4	14,1	15,0	12,6	12,8	15,2	13,9	14,2	12,6	13,1	14,8
270	12,0	12,9	14,7	13,6	13,5	12,2	14,3	14,1	12,0	13,6	16,0	13,6	14,3	11,3	13,6	15,3
GD _{t,5%}	1,6	0,8	0,8	0,9	1,1	0,5	2,6	2,0	1,6	0,8	0,8	0,9	1,1	0,5	2,6	2,0

Tabelle 6: Einfluss der N-Düngung auf den Alphasäuregehalt (kg/ha), Apolda 1998 bis 2005

N _{min} + N-Düngung (kg/ha)	Alphasäuregehalt (kg/ha)															
	breitwürfige Düngung								Banddüngung							
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
120	274	326	309	245	254	326	275	347	217	322	299	188	258	290	284	349
160	248	334	316	232	249	309	322	347	259	337	307	194	271	310	293	372
200 (Kontrolle)	256	312	315	216	252	301	320	377	227	291	320	196	238	287	354	416
235	249	270	314	209	242	326	364	364	258	289	313	212	272	326	330	371
270	218	308	348	222	244	314	365	345	241	332	322	195	253	271	335	382
GD _{t,5%}	29	48	31	40	30	57	85	58	29	48	31	40	30	57	85	58

Die nach acht Versuchsjahren abschließenden Ergebnisse des Langzeitversuches mit steigenden Stickstoffgaben im Band- und Flächenstreuverfahren belegen eindeutig, dass eine Reduzierung der Stickstoffgaben um ca. 30 % ohne Ertrags- und Qualitätsverluste möglich ist, wenn die bisher in den meisten Praxisbetrieben angewendete breitwürfige N-Ausbringung durch eine gezielte Gabe im Bandstreuverfahren ersetzt wird.

Die Auswertung der fünf geprüften Düngungsstufen unterstreicht zudem, dass mit Stickstoffgaben über dem Sollwert von 200 kg/ha (Prüfglied 4 und 5) weder der Ertrag noch der Alphasäuregehalt signifikant gesteigert werden kann.

2.3 Bewässerung

Die Tropfbewässerung ist das Verfahren zur Hopfenbewässerung mit den geringsten Wasser- und Energiekosten. Die praxisübliche Tropfbewässerung erfolgt mittels auf dem Bifang ausgelegten Tropfschläuchen. Ein Nachteil dieses Verfahrens ist der hohe benötigte Zeitaufwand, da durch die jährlich durchzuführenden Pflegearbeiten des Hopfens, wie Abackern im Herbst, Schneiden, Drahhängen und Zupflügen im Frühjahr, die Tropfschläuche im Herbst eingerollt und im Frühjahr neu verlegt werden müssen.

Um den Arbeitszeitaufwand beim Verlegen der Tropfschläuche zu verringern, wurde an den beiden Standorten Kutzleben und Großenehrich ein anderes Verfahren der Tropfschlauchverlegung geprüft. Am ca. 7 m hohen Netz des Gerüsts verlegte man über der Reihe einen zusätzlichen Laufdraht zur Befestigung des Tropfschlauches. Im Gegensatz zur Bewässerung vom Bifang kann dieser Tropfschlauch über mehrere Jahre in der Anlage verbleiben. Bei diesem Verfahren galt es zu überprüfen, ob das von oben tropfende Wasser in den wurzelnahen Bereich der Pflanzen gelangt und ob sich das Risiko des Befalls mit Pilzkrankheiten erhöht.

Um diese Fragen zu klären, wurden auf einer Teilfläche der Hopfenbetriebe Kutzleben und Großenehrich die Tropfschläuche in Gerüsthöhe verlegt. Die Prüfung erfolgte an der Hauptsorte des Anbaugebietes Elbe-Saale, dem ‚Hallertauer Magnum‘. Der Versuch kam im Jahr 2002 zur Anlage, in Kutzleben als Langparzellenanlage mit vier Wiederholungen und in Großenehrich als Blockanlage gleichfalls mit vier Wiederholungen. Für die Ertrags- und Qualitätsermittlung wurden je Prüfglied 25 Stöcke bzw. 50 Aufleitungen ausgewertet. Der Tabelle 7 sind die Höhe und die Dauer der zusätzlichen Wassergaben zu entnehmen. Die Ernteergebnisse des Vergleiches zwischen unten und oben verlegten Tropfschläuchen sind in den folgenden Tabellen 8 und 9 zusammengefasst.

Tabelle 7: Zusätzliche Wassergaben in den Versuchen zur Tröpfchenbewässerung 2002 bis 2006

Zusätzliche Wassergabe	Kutzleben					Großenehrich				
	2002	2003	2004	2005	2006	2002	2003	2004	2005	2006
Beginn	03.07.	03.06.	02.07.	24.06.	27.06.	19.06.	01.06.	07.06.	06.06.	09.06.
Ende	13.08.	01.09.	30.08.	27.08.	21.09.	02.09.	10.09.	01.09.	07.09.	15.09.
Anzahl Tage	31	72	50	43	63	76	102	80	93	67
Stunden/Tag	3 - 4	3 - 4	3 - 4,5	4	4 - 6	2	2	2	2	2
Wassermenge mm/Jahr	70	166	127	115	196	102	137	107	125	90

Tabelle 8: Technologievergleich mit Tropfbewässerung bei Hopfen in Großenehrich, Sorte ‚Hallertauer Magnum‘ 2002 bis 2006

		2002	2003	2004	2005	2006	Mittel (5 Jahre)	
Zusatzwasser	mm	102	137	107	125	90	112	
Ertrag an Trockenhopfen	dt/ha							
ohne Bewässerung		23,7	25,7	14,4*	23,5	26,1	22,7	
Tropf auf Bifang		24,5	26,8	23,0	24,7	28,6	25,5	
Tropf von oben		27,3	30,2	20,3	23,1	27,6	25,7	
Mehrertrag	Tropf auf Bifang	dt/ha	0,8	1,1	8,6	1,2	2,5	2,8
		%	3	4	60	5	10	12
	Tropf von oben	dt/ha	3,6	4,5	5,9	-0,4	1,5	3,0
		%	15	18	42	-2	6	13
Alphasäuregehalt	%							
ohne Bewässerung		14,8	11,5	14,6	16,5	14,4	14,4	
Tropf auf Bifang		15,6	12,4	14,7	17,1	14,8	14,9	
Tropf von oben		15,2	11,5	14,7	16,0	13,9	14,3	
Steigerung	Tropf auf Bifang	absolut	0,8	0,9	0,1	0,6	0,4	0,6
		relativ	5	8	1	4	3	4
	Tropf von oben	absolut	0,4	0,0	0,1	-0,5	-0,5	-0,5
		relativ	3	0	1	-3	-3	-3
Ertrag an Alphasäure	kg/ha							
ohne Bewässerung		352	296	211	387	375	324	
Tropf auf Bifang		383	332	339	422	421	349	
Tropf von oben		416	346	298	369	383	362	
Mehrertrag	Tropf auf Bifang	kg/ha	31	36	128	35	46	55
		%	9	12	61	9	12	17
	Tropf von oben	kg/ha	64	50	87	-18	8	38
		%	18	17	41	-5	2	12
Technologievergleich in % (Bifang = 100 %)								
Trockenhopfen	dt/ha	111	113	88	94	97	101	
Alphasäuregehalt	%	97	93	100	94	94	96	
Ertrag an Alphasäure	kg/ha	109	104	88	87	91	96	

Mittelwertvergleich GD (t-Test, 5 %):

Ertrag an Trockenhopfen: 0,9 dt/ha

Alphasäuregehalt: 0,4 %

Ertrag an Alphasäure: 17,5 kg/ha

* Am 1. Mai 2004 wurde der bereits angeleitete Hopfen durch Hagel völlig vernichtet. Nach erfolgtem Neuaustrieb konnte nach ca. drei bis vier Wochen nochmals angeleitet werden. Die durch den Hagel verursachten Wuchsverzögerungen wurden bis zur Ernte nicht mehr ausgeglichen, so dass mit der Sorte ‚Hallertauer Magnum‘ im guten Erntejahr 2004 nur mäßige Erträge erzielt werden konnten. Wie aus der Tabelle 8 ersichtlich, entwickelten sich die bewässerten Pflanzen trotz der durch den Hagel hervorgerufenen Stresssituation bedeutend besser.

Tabelle 9: Technologievergleich mit Tropfbewässerung bei Hopfen in Kutzleben, Sorte ‚Hallertauer Magnum‘ 2002 bis 2006

		2002	2003	2004	2005	2006	Mittel (4 Jahre)
Zusatzwasser	mm	70	166	127	115	196	127
Ertrag an Trockenhopfen	dt/ha						
ohne Bewässerung		22,0	- *	18,6	20,3	20,1	20,3
Tropf auf Bifang		23,1	28,6	25,1	20,3	22,0	22,6
Tropf von oben		23,9	26,4	24,2	22,5	21,8	23,1
Mehrertrag	Tropf auf Bifang	dt/ha		6,5	± 0	1,9	2,3
		%		35	0	9	11
	Tropf von oben	dt/ha		5,6	2,2	1,7	2,8
		%		30	11	8	14
Alphasäuregehalt	%						
ohne Bewässerung		13,3	- *	13,3	16,5	13,4	14,1
Tropf auf Bifang		13,8	12,6	13,9	16,4	12,9	14,3
Tropf von oben		13,7	12,6	14,5	16,4	13,3	14,5
Steigerung	Tropf auf Bifang	absolut		0,6	- 0,1	- 0,5	0,2
		relativ		5	- 1	- 4	1
	Tropf von oben	absolut		1,2	- 0,1	- 0,1	0,4
		relativ		9	- 1	- 1	3
Ertrag an Alphasäure	kg/ha						
ohne Bewässerung		291	- *	248	335	270	286
Tropf auf Bifang		318	362	348	331	284	320
Tropf von oben		328	333	350	368	290	334
Mehrertrag	Tropf auf Bifang	kg/ha		100	- 4	14	34
		%		40	- 1	5	12
	Tropf von oben	kg/ha		102	33	20	48
		%		41	10	7	17
Technologievergleich in % (Bifang = 100 %)							
Trockenhopfen	dt/ha	103	92	96	111	99	102
Alphasäuregehalt	%	99	100	104	100	103	101
Ertrag an Alphasäure	kg/ha	103	92	101	111	102	104

Mittelwertvergleich GD (t-Test, 5 %):

Ertrag an Trockenhopfen: 0,9 dt/ha

Alphasäuregehalt: 0,5 %

Ertrag an Alphasäure: 19,0 kg/ha

* Eine Vergleichspartzele ohne Wasser stand 2003 nicht zur Verfügung, so dass nur die beiden Bewässerungsvarianten miteinander verglichen werden konnten. Demzufolge konnte für die statistische Auswertung des Technologievergleiches der Tropfbewässerung am Standort Kutzleben das Jahr 2003 nicht berücksichtigt werden, so dass sich die errechneten Mittelwerte und Grenzdifferenzen auf vier Bewässerungsjahre beziehen.

Im Durchschnitt der fünf Versuchsjahre 2002 bis 2006 konnte der Ertrag der Sorte ‚Hallertauer Magnum‘ durch das zusätzlich verabreichte Wasser stabilisiert oder wie im Jahr 2004 signifikant gesteigert werden. An beiden Standorten betragen die im fünfjährigen Durchschnitt erreichten Mehrerträge an Trockenhopfen der betropften Parzellen gegenüber ohne Bewässerung 2,3 bis 3,0 dt/ha. Auf den Alphasäuregehalt hatte das zusätzlich verabreichte Wasser keinen Einfluss.

Beim Technologievergleich der unten auf dem Bifang verlegten Tropfschläuche und dem Betropfen von oben konnten keine gesicherten Ertragsunterschiede festgestellt werden. Das von oben tropfende Wasser gelangt überwiegend in den Wurzelbereich der Hopfenpflanzen, nur nicht punktuell wie bei auf dem Bifang verlegten Tropfschlauch, sondern breitflächig. Negative Spritzeffekte, wie z. B. Bodenauswaschungen an der Tropfstelle, traten nicht auf.

Die Befeuchtung der Hopfenreben bei den oben verlegten Tropfschläuchen ist auch bei voller Bestandeshöhe auf den unteren Rebenbereich begrenzt. Ein höherer Befallsdruck auf den Echten Mehltau und andere Krankheiten konnte im Versuchszeitraum nicht festgestellt werden. Um die Beobachtungen zum Krankheits- und Schädlingsbefall fortzuführen, sollte der Vergleich zwischen auf dem Bifang verlegten Tropfschläuchen und an den Laufdrähten des Gerüsts befestigten Tropfschläuchen an den Standorten Kutzleben und Großenehrich weitergeführt werden.

2.4 Pflanzenschutz

2.4.1 Testung auf Virusresistenz

Viruserkrankungen sind in allen Hopfenanbaugebieten verbreitet. Je nach Befallsstärke, Virusart und Sorte können sowohl der Ertrag als auch der Alphasäuregehalt stark vermindert werden. Von den 13 in Deutschland festgestellten Viren sind einige wirtschaftlich bedeutsam und unbedingt zu eliminieren, andere mit geringer Ertrags- und Qualitätsbeeinflussung werden als nicht bereinigungswürdige Viren bezeichnet.

Virosen und Erreger, die zu bereinigen sind:

- Nekrotisches Ringfleckenvirus der Pflaume (PNRV), als Erreger des Ring- und Bandmosaiks
- Apfelmosaikvirus (ApMV), als Erreger des Nekrotischen Kräuselmosaiks
- Arabis Mosaik Virus als Erreger der Nesselkrankheit und der Blattrissfleckigkeit

Nicht bereinigungswürdige Viren:

- Hopfenmosaikvirus als Erreger der Mosaikkrankheit
- Gelbnetzvirus als Erreger der Gelbnetzkrankheit

Die Übertragung der Viren erfolgt durch Blattläuse, Nematoden und mechanisch durch die im Hopfen durchzuführenden Pflegemaßnahmen. Die im Rahmen des Themas mittels ELISA durchgeführten Untersuchungen beschränken sich auf die zu eliminierenden Viren PNRV und ApMV.

Schadbild des Ring- und Bandmosaiks (PNRV):

Ab Anfang Juni zeigen die Blätter an Haupt- und Seitentrieben gelbgrün gefärbte Ringe. Diese Verfärbungen treten vor allem im unteren Pflanzenbereich bis zu einer Höhe von 1 m auf, so dass diese Pflanzen nach dem Ausputzen völlig gesund erscheinen.

Schadsymptome des Nekrotischen Kräuselmosaiks (ApMV):

Durch verkürzte Internodien haben die befallenen Pflanzen einen gestauchten Wuchs und erreichen die Gerüsthöhe nicht. Die oberen Blätter sind deformiert und nach innen eingerollt. Die Interkostalfelder sind aufgewölbt, was der Pflanze ein kräuselartiges Aussehen verleiht.

Virosen in befallenen Beständen können chemisch nicht bekämpft werden. Deshalb ist für Neupflanzungen grundsätzlich virusbereinigtes Pflanzgut zu verwenden. Weiterhin sollte eine sofortige Neupflanzung gerodeter virusbefallener Altanlagen vermieden werden, um eine Infektion des Pflanzgutes durch verbliebene Pflanzenreste zu verhindern. Im Anbaugesbiet Elbe-Saale wird virusfreies Pflanzenmaterial durch Meristemkultur gewonnen. In dem Vermehrungsbetrieb „pac Elsner“ werden für alle wichtigen im Anbau befindlichen Sorten durch Wärmebehandlung Mutterpflanzen gewonnen, die als Ausgangsmaterial für die weitere Vermehrung zur Verfügung stehen.

Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die älteren Hopfenbestände mehr oder weniger mit Virosern infiziert sind. Das Ausgangsmaterial für Neupflanzungen aus Vermehrungsbetrieben ist virusfrei. In der Regel bekommt der Pflanzler beim Kauf ein Zertifikat, in dem die Virusfreiheit bescheinigt wird. Bei Nachpflanzungen mit Fehsern aus dem eigenen Bestand kann der Virusbefall mittels ELISA festgestellt werden.

Es galt nun die Frage zu klären, wie lange eine virusgetestet gepflanzte Neuanlage virusfrei bleibt bzw. nach wieviel Jahren mit einer Reinfektion gerechnet werden kann. Da die beiden getesteten Viren ApMV und PNRV mechanisch übertragbar sind und in jeder Hopfenanlage Pflegemaßnahmen, z.B. das Hopfenschneiden, durchgeführt werden müssen, ist nach einigen Jahren eine Reinfektion nicht auszuschließen.

Die Prüfung von neuen Sorten und Zuchtstämmen des Sortimentes in Apolda auf ApMV und PNRV wird seit 1995 durchgeführt und durch Einbeziehung der neu gepflanzten Hüller Zuchtstämmen ständig erweitert. Je Sorte bzw. Zuchtstamm werden zehn Pflanzen kartiert, um in jedem Jahr immer die gleichen Pflanzen auf Virusbefall testen zu können. Von jeder Pflanze wird ein Blatt entnommen, so dass je Sorte bzw. Zuchtstamm zehn Einzelwerte für die Auswertung der Reinfektionsrate zur Verfügung stehen. Die Ergebnisse der für das Anbaugesbiet Elbe-Saale wichtigen Sorten am Standort Apolda gibt die folgende Tabelle 10 wieder.

Tabelle 10: Virusbefall (%) mittels ELISA-Test im Sortiment Apolda

Sorte	ApMV in %				PNRV in %			
	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006
„Hallertauer Magnum“	10	20	20	15	10	20	20	10
„Nugget“	60	40	44	40	0	0	0	0
„Taurus“	70	70	40	50	50	50	40	50
„Perle“	30	30	30	20	0	0	0	0
„Merkur“	0	0	0	0	0	0	0	0

Um einen umfassenden Überblick über die Befallssituation in Thüringen zu erhalten, wurden parallel zur Virusbefallprüfung im Sortiment Apolda an den drei Standorten Monstab, Weißensee und Kindelbrück serologische Testungen an Hopfenblättern auf ApMV und PNRV durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen 11 und 12 dargestellt.

Tabelle 11: Virusbefall (%) an drei Thüringer Standorten der Sorte „Hallertauer Magnum“

Standort	ApMV in %				PNRV in %			
	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006
Monstab	6,9	13,8	16,7	30,0	3,4	6,9	13,3	23,3
Weißensee	0,0	0,0	7,0	3,3	0,0	0,0	3,5	3,3

Kindelbrück	16,7	20,0	20,0	20,0	16,7	13,3	20,0	16,7
-------------	------	------	------	------	------	------	------	------

Tabelle 12: Virusbefall (%) am Standort Monstab der Sorten ‚Nugget‘ und ‚Merkur‘

Sorte	ApMV in %				PNRV in %			
	2003	2004	2005	2006*	2003	2004	2005	2006*
‚Nugget‘	65,5	72,4	58,6	-	48,3	37,9	48,3	-
‚Merkur‘	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	-

* Beide Sorten wurden nach der Ernte 2005 gerodet, so dass im Jahr 2006 kein Test möglich war.

Neben der Prüfung der in Thüringen hauptsächlich angebauten Sorten, wurden am Standort Apolda 18 in den Jahren 1996 und 2002 virusfrei gepflanzter Zuchtstämme aus Hüll auf Reinfektion mit ApMV und PNRV getestet. Im Folgenden werden die Ergebnisse zusammengefasst:

‚Hallertauer Magnum‘

Im Untersuchungszeitraum von 2003 bis 2006 konnte bei der für das Anbaugebiet Elbe-Saale wichtigsten Hochalphasorte eine geringe Zunahme der Reinfektionsrate festgestellt werden. Die prozentualen Schwankungen zwischen den Jahren lassen sich dadurch erklären, dass in jedem Hopfenbestand aus unterschiedlichsten Gründen, z. B. zu tiefer Schnitt, Rüsselkäferbefall usw. Hopfenstöcke absterben, die durch Neupflanzung von virusgetestetem Pflanzenmaterial ersetzt werden müssen. Diese Neupflanzungen innerhalb der kartierten Pflanzen wurden nicht in die Bewertung einbezogen.

‚Nugget‘

Die aus Amerika stammende Bittersorte spielt im Sortenspektrum des Anbaugebietes Elbe-Saale nur noch eine untergeordnete Rolle. Der Befall ist infolge des langjährigen Anbaus vor allem mit ApMV sehr hoch.

‚Merkur‘

Diese Neuzüchtung aus Hüll blieb in Apolda bis zum Jahr 2006 und in Monstab bis zur Rodung im Jahr 2005 virusfrei.

‚Taurus‘

Die für den Anbau in der Region Elbe-Saale aufgrund der hohen Anfälligkeit bezüglich Stocksterben ungeeignete Sorte wurde nur am Standort Apolda auf Virusbefall getestet. Anhand der in Tabelle 10 dargestellten Befallsrate ist auf eine hohe Reinfektionsrate beider Virenarten zu schließen.

‚Perle‘

Bei der einzigen auf ApMV und PNRV geprüften Aromasorte konnte im Berichtszeitraum nur eine Reinfektion mit ApMV nachgewiesen werden.

Zuchtstämme

Alle von Hüll erhaltenen Zuchtstämme blieben bis zum Berichtende im Jahr 2006 virusfrei. Das betrifft auch die neueste aus dem Zuchtstamm 95/94/816 hervorgegangene Sorte ‚Herkules‘, deren Anbaufläche in den nächsten Jahren stark zunehmen wird.

2.4.2 Peronospora-Prognose

Diese Pilzkrankheit kann jedes Jahr in unterschiedlichem Maße alle Pflanzenteile des Hopfens befallen. Ertrags- und Qualitätseinbußen sind die Folge. Der im Stock überwinternde Pilz dringt in das Innere der Stängel ein und verursacht durch das wuchernde Pilzgewebe einen gestauchten Wuchs (Bubiköpfe). Dieser Stockbefall wird als Primärinfektion bezeichnet und bildet die Infektionsquelle für den Sekundärbefall. Im Gegensatz zur Primärinfektion ist die Sekundärinfektion im Wesentlichen von der Witterung abhängig. Um die bisher vorbeugenden häufigen Routinespritzungen mit Kontaktfungiziden durch gezielte Bekämpfungsmaßnahmen zu ersetzen, erfolgt die Bekämpfung der Sekundärinfektion im Anbaugebiet Elbe-Saale nach einem Witterungsmodell. Dafür wird der Peronospora-Index-Verlauf nach den von den meteorologischen Stationen zur Verfügung gestellten Daten für alle Hopfenbetriebe Thüringens ermittelt. Dieser berechnet sich aus der Temperatur, dem Niederschlag und der Luftfeuchte nach folgender Formel:

$$\begin{array}{ll} \text{für Tage mit Niederschlag} & i = 100 + 10(t - 15) + 2(R - 60) + r \\ \text{für Tage ohne Niederschlag} & i = [100 + 10(t - 15) + 2(R - 60)] : s \end{array}$$

i = Peronospora-Index

t = mittlere Tagestemperatur in °C

R = mittlere tägliche relative Luftfeuchte in %

r = tägliche Niederschlagssumme, gerundet auf ganze mm

s = Anzahl Tage ohne Niederschlag, vom jeweils letzten Niederschlagstag an gerechnet

Dieser Peronospora-Index wird in den Monaten Mai bis August berechnet. Liegt der Wert an 11 aufeinanderfolgenden Tagen > 500, erfolgt der Warnaufruf an die betreffenden Betriebe mit zusätzlichen Empfehlungen zur Auswahl des einzusetzenden Pflanzenschutzmittels im jeweiligen Entwicklungsstadium des Hopfens. Die Betriebe ohne eigene Messstation (Großenehrich, Hohenebra, Rottleben und Weißensee) erhielten die Warnaufrufe ausschließlich durch die TLL. Betriebe mit eigener Wetterstation (Heringen, Großromstedt, Kindelbrück, Vogelsberg, Schkölen und Monstab) erhielten von der TLL zusätzlich zu ihrem eigenen Warnsystem Informationen zur Befallssituation (Tab. 13).

Tabelle 13: Warnaufrufe zur Behandlung gegen Peronospora in den Jahren 2003 bis 2006

Meteorologische Station	Hopfenbetrieb	2003	2004	2005	2006
Dornburg	Schkölen Großromstedt	3	4	6	3
Kirchengel	Großenehrich* Heringen Hohenebra Rottleben	3	4	1	3
Dobitschen	Monstab	3	4	5	4
Großobringen	Vogelsberg**	2	5		
Kutzleben	Kutzleben	3	5	3	5
Straußfurt	Kindelbrück Weißensee	3	6	4	5

* ab 2005 eigene Messstation

** ab 2005 Einstellung der Hopfenproduktion

2003

Im Jahr 2003 spielte der Peronosporabefall im gesamten Vegetationsjahr kaum eine Rolle, so dass bei fast allen Stationen nur drei Warnungen erforderlich waren. Aufgrund des ähnlichen Witterungsverlaufes an den sechs Standorten Thüringens, erfolgten die Warnungen an alle Stationen fast zum gleichen Termin (13. bis 15. 06., 12. 07. und 28. bis 31. 07.).

2004

Aufgrund der von den meteorologischen Stationen übermittelten Witterungsdaten für die Errechnung des Peronospora-Indexes wurden vier bis sechs Warnungen je Betrieb ausgelöst, relativ gleichmäßig über die Monate Juni und Juli verteilt sowie eine Warnung Ende August (24. 08.). Nach Auswertung der Peronosporasymptome im Rahmen der Neutralen Qualitätskontrolle war zur Ernte bei allen Sorten nur ein geringer Befall feststellbar.

2005

Infolge der Aufgabe des Hopfenbaus am Standort Vogelsberg wurde die vorhandene TOSS-Station nach Großenehrich umgesetzt. Dadurch verringerte sich die Anzahl der Betriebe ohne eigene Wetterstation im Jahr 2005 auf drei Hopfenstandorte (Hohenebra, Rottleben, Weißensee). Die Anzahl der ausgegebenen Peronosporawarnungen unterlag großen Schwankungen, eine Warnung in Kirchengel und sechs Warnungen der Station in Dornburg. Außer in Kirchengel (Aufruf am 27. 06.) verteilten sich die Warnungen gleichmäßig über Juli und August. In Auswertung der Neutralen Qualitätsfeststellung ist das Jahr 2005 als ein Jahr mit geringem Peronosporabefall einzustufen (10,7 %).

2006

Für die Hopfenbetriebe, deren Berechnung der Warnaufrufe nach den Witterungsdaten der meteorologischen Stationen Dornburg und Kirchengel erfolgte, mussten drei Warnungen im August gegeben werden. Bei den Stationen Kutzleben und Straußfurt waren fünf Spritzaufrufe erforderlich (1 x im Mai, 1 x im Juni, 3 x im August.). Aufgrund der Trockenheit im Juli, erfolgte in diesem Monat kein einziger Spritzaufruf. Auffallend war im Jahr 2006 die Häufigkeit der Warnaufrufe im August bei allen meteorologischen Stationen. Die Ursache hierfür ist in der feucht-kühlen Witterung zu sehen. Der Peronospora-Index blieb bei allen Messstationen vom 01.08. bis 31.08. ständig über 500, so dass nach erfolgter Warnung nach 11 Tagen ein neuer Spritzaufruf ausgegeben werden musste. Der tatsächlich aufgetretene Doldenbefall ist, wie die Auswertung des Befalls im Rahmen der Neutralen Qualitätsfeststellung zeigt, mit 3,7 % als sehr gering einzuschätzen.

Die Anzahl und die Termine der Warnungen ist in einigen Jahren zwischen den Stationen sehr unterschiedlich, was auf klimatische Unterschiede in den einzelnen Regionen hinweist. Da nur bei einer präzisen Datenerfassung korrekte Warnaufrufe gegeben werden können, ist es notwendig, dass die meteorologischen Stationen der Hopfenanlage möglichst nahe stehen.

2.4.3 Amtliche Mittelprüfung

Koordinator für die amtliche Mittelprüfung im Hopfenbau ist das Forschungszentrum in Hüll. In jährlichen Zusammenkünften von Mitarbeitern aus Hüll und den Pflanzenschutzmittel herstellenden Firmen wird festgelegt, für welche Mittel ein Prüfantrag auf amtliche Mittelprüfung gestellt werden soll. In Absprache der drei für die amtliche Mittelprüfung im Hopfenbau in Deutschland zuständigen Prüfstellen in Hüll, Straß und der TLL erfolgt die Aufteilung der Prüfanträge auf die jeweilige Prüfeinrichtung (Tab. 14). Darüber hinaus wurden in einigen Jahren im Auftrag der Firmen verschiedene Präparate orientierend geprüft (Tab 15.).

Tabelle 14: Amtliche Pflanzenschutzmittelprüfung 2003 - 2006

Jahr	Krankheit / Schädling	Anzahl der Prüfanträge
2003	Pero-Primärfektion	2
	Pero-Sekundärfektion	4
	Spinnmilben	1
2004	Rüsselkäfer*	1
	Pero-Primärfektion	1
	Pero-Sekundärfektion**	2
	Spinnmilben	3
2005	Spinnmilben	1
	Blattläuse	2
2006	Echter Mehltau	2
	Spinnmilben	1

* Prüfantrag zurückgezogen, da nach Angaben der BBA keine Aussicht auf Zulassung bestand.

** Eine Prüfung konnte nicht erfolgen, da das benötigte Prüfpräparat von der Firma nicht rechtzeitig zur Verfügung gestellt werden konnte.

Tabelle 15: Orientierende Pflanzenschutzmittelprüfung 2003 - 2006

Jahr	Krankheit / Schädling / Nebenwirkung	Anzahl der Prüfanträge
2003	-	-
2004	-	-
2005	Erhöhung des Alphasäuregehaltes	1
	Blattlaus	1
2006	Rüsselkäfer	3

Für alle im Rahmen der amtlichen und orientierenden Mittelprüfung geprüften Präparate liegt ein gesonderter Prüfbericht vor.

3 Neutrale Qualitätsfeststellung

3.1 Klassisches Verfahren

Seit 1994 führt die TLL im Auftrag der Hopfenverwertungsgenossenschaft (HVG) die „Neutrale Qualitätsfeststellung“ der von Mitarbeitern der HVG zertifizierten Hopfenpartien für alle Betriebe des Anbaugebietes Elbe-Saale durch. Aus den Einzelmustern aller Parteien des Anbaugebietes Elbe-Saale werden Mischmuster hergestellt. Diese untersucht die TLL nach dem aktuellen Pflichtenheft zur Durchführung der Qualitätsfeststellung auf Wassergehalt, Hopfenabfall, Zerblätterung, Krankheits- und Schädlingsbefall, Sortenreinheit und Samenanteil. Die Ermittlung des Alphasäuregehaltes wurde in den einzelnen Jahren unterschiedlich gehandhabt.

2003

Die Alphasäurenbestimmung erfolgte bei der Agrar- und Umweltanalytik GmbH (AUA) in Jena. Im Gegensatz zum Jahr 2002 erstellte die TLL zwei Zertifikate, den Qualitätsbefund für nichtaufbereiteten Hopfen und das Ergebnis der Alphauntersuchung. Beide Zertifikate wurden von der TLL an den jeweiligen Erzeugerbetrieb versendet. Somit war ausschließlich der Erzeugerbetrieb Partner der TLL und nicht wie bisher zusätzlich die HVG bzw. der Aufkaufbetrieb.

2004

Die AUA nahm an den Ringanalysen, die zur Überprüfung der beteiligten Betriebslabors durchgeführt werden, teil. Anhand der Ergebnisse konnte festgestellt werden, dass die AUA ihre Befähigung zur Untersuchung der Alphasäuren nach der Methode EBC 7.4 nachgewiesen hat. Damit war die AUA ab der Ernte 2004 ein akkreditiertes Labor für die Alphasäurenbestimmung und wurde im AHA-Pflichtenheft (AHA = Arbeitsgruppe Hopfenanalytik) als Erstuntersuchungslabor aufgenommen.

Entsprechend des Vertrages zur Alphasäurenuntersuchung zwischen der HVG und der AUA untersuchte die AUA im Jahr 2004 alle Parteien des Anbaugebietes Elbe-Saale. Im AHA-Pflichtenheft zur Ermittlung des Alphasäuregehaltes gemäß der Zusatzvereinbarung zum Hopfenlieferungsvertrag wurden folgende Labors für die Nachuntersuchung für das Erstuntersuchungslabor AUA festgelegt.

- NATECO₂ GmbH & Co.KG
- Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft, Werk Mainburg
- Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft, Werk Au

Wie im Jahr 2003 wurde ein Zertifikat für die Neutrale Qualitätsfeststellung und ein Zertifikat für den bei der AUA ermittelten Alphaswert an die Betriebe verschickt.

2005

Die Hopfenaufkauffirmen Barth und Steiner akzeptierten die AUA als Erstuntersuchungslabor nicht mehr. Nach langwierigen Diskussionen legte man folgende Vorgehensweise für die Alphasäurenbestimmung im Anbaugebiet Elbe-Saale fest. Bei Direktverträgen erfolgte diese Untersuchung im Betriebslabor der jeweiligen Aufkauffirma, d. h. für

HVG → AUA
Barth → NATECO₂

Steiner → HHV

Zusätzlich hatte jeder Betrieb die Möglichkeit ein 5. Muster zu beantragen. Dieses Muster untersuchte die AUA auf den Alphasäuregehalt. Das Ergebnis teilte die TLL dem Erzeuger mit. Dieser Wert hatte für den Pflanzler nur orientierenden Charakter, entscheidend war das Ergebnis des jeweiligen Betriebslabors.

Bei Freihopfen (Käufer unbekannt) wurden die Alphamuster von der TLL in die HVG-Halle Mainburg verschickt. Dort verblieben sie im Kühllager bis zum Verkauf der Hopfenpartie. Auch bei dem „Käufer unbekannt“ abgewogenen Hopfen konnte vom Erzeuger ein 5. Muster beantragt werden. Die Kenntnis dieser Werte diente dem Erzeuger als Grundlage für die Aufteilung der Partien zu den Aufkauffirmen. Die für die Nachuntersuchung festgelegten Labors sind im AHA-Pflichtenheft enthalten.

Die Versendung der NQ-Zertifikate erfolgte durch die TLL, die Ergebnisse der Alphasäurenuntersuchung wurden vom Labor direkt dem Erzeuger mitgeteilt. (Bei HVG-Verträgen bzw. bei von der HVG aufgekauften Freihopfen teilte die TLL die Ergebnisse den Betrieben mit).

2006

Der Ablauf der nach dem AHA-Pflichtenheft durchzuführenden Alphabestimmung unterschied sich vom Vorjahr dadurch, dass dem bisherigen Erstuntersuchungslabor für die HVG, der AUA Jena, gekündigt wurde. Diese Funktion des Erstuntersuchungslabors übernahm die HVG Mainburg. Vertraglich gebundener Hopfen war im Betriebslabor der Aufkauffirma auf Alphasäuregehalt zu untersuchen. Die Alphamuster von auf „Käufer unbekannt“ abgewogenen Hopfenpartien wurden nach dem Rotationsprinzip im Wechsel an die Betriebslabore HVG, NATECO₂ und HHV Au zur Alphasäurenbestimmung verschickt. Die Ergebnisse übermittelte das Labor sowohl bei Werkverträgen als auch bei Freihopfen direkt an den Erzeuger.

Bis 2004 gab es noch Auflagen bezüglich sortenspezifischer Erstuntersuchungstermine für die Alphasäurenbestimmung (Tab. 16). Ab 2005 wurden diese Einschränkungen aufgehoben. Es gelten die gleichen Bedingungen wie in der Hallertau, d. h. sofort nach Erhalt der Einzelmuster kann mit der Mischmusterherstellung, der Durchführung der NQ und der Alphasäurenbestimmung begonnen werden.

Tabelle 16: Ablauf der Neutralen Qualitätsuntersuchung in den Jahren 2003 bis 2006

	2003	2004	2005	2006
Musterziehung	ab 08.09.	sofort nach Fertigstellung der Partien	sofort nach Fertigstellung der Partien	sofort nach Fertigstellung der Partien
Alphauntersuchung (NB, PE, HT)	ab 25.09.	ab 18. 09.	sofort nach Fertigstellung der Partien	sofort nach Fertigstellung der Partien
Alphauntersuchung (HM, TU, MR)	ab 01.10.	ab 24. 09.		

Die Auswertung der Qualitätsbefunde des Anbaugebietes Elbe-Saale der Jahre 2002 bis 2006 für nicht aufbereiteten Hopfen befindet sich im Anhang (Tab. A5 bis A8). Die im Pflichtenheft für die Durchführung der Neutralen Qualitätsfeststellung (NQF) zu bewertenden Qualitätsparameter sind in der Qualitätstabelle für deutschen Siegelhopfen enthalten. Diese Tabelle ist Bestandteil

des Hopfenlieferungsvertrages, der mehrere Fassungen, nach denen die Zu- und Abschläge bewertet werden, enthält. Für ältere vor 2003 abgeschlossene Verträge gilt die Fassung von 1999, für danach abgeschlossene Verträge die Fassung 2003. Die Gesamtbeurteilung des Befalls erfolgt nach fünf Qualitätsstufen mit folgender Bewertung (Tab. 17).

Tabelle 17: Befallsstufen nach Qualitätstabelle

Befallsstufe		Abzug in % entsprechend Qualitätstabelle	
		Fassung 1999	Fassung 2003
kein Befall	(1)	0,0	0,0
leichter Befall	(2)	0,0	0,0
mittlerer Befall	(3)	- 4,0	- 2,0
starker Befall	(4)	- 10,0	- 5,0
sehr starker Befall	(5)	- 14,0	- 10,0

Laut Pflichtenheft sind folgende Einzelkriterien zu bewerten:

Krankheiten und Schädlinge:

- Peronospora
- Mehltau
- Botrytis
- Blattlaus
- Rote Spinnmilbe

Beschädigte und angegangene Dolden

- Überdarrung (Röstaroma, bräunliche Lupulinfarbe)
- Fremdgeruch
- Angegangene Dolden (z. B. Erwärmung im Grünhopsensilo, Erwärmung im Pressballen)
- Beschädigte Dolden (z. B. mechanische Beschädigung, abgestorbene Dolden, Welke, überständige Dolden)

Die Ergebnisse des Krankheits- und Schädlingsbefalls in den Jahren 2003 bis 2006 sind in Tabelle 18 zusammengestellt.

Tabelle 18: Gesamtbeurteilung des Befalls

	2003		2004		2005		2006	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
kein Befall	39	9,4	24	5,7	15	3,7	11	3,1
leichter Befall	281	67,4	260	61,5	189	46,1	201	56,8
mittlerer Befall	77	18,5	110	26,0	155	37,8	107	30,2
starker Befall	14	3,4	25	5,9	39	9,5	32	9,0
sehr starker Befall	6	1,4	4	0,9	12	2,9	3	0,8
Summe	417	100	423	100,0	410	100,0	354	100
Gemittelter Befall	2,2		2,35		2,60		2,48	

Der Anteil der in den Abzugsbereich (Befallsstufen 3 bis 5) eingestuftten Partien betrug im Jahr 2003 23,3 %, im Jahr 2005 50,2 %. Die Befallsstärke war, wie auch aus den errechneten Werten des gemittelten Befalls zu ersehen, im Jahr 2005 am höchsten.

Die Qualitätstabelle für deutschen Siegelhopfen enthält für die Qualitätsmerkmale Wassergehalt, Pflücke (Blatt- und Stängelanteile, Doldenblätter) und Doldenbefall die in der jeweiligen Fassung gültigen Zu- und Abschläge. Im von der TLL ausgestellten Qualitätsbefund wird für die Qualitätsmerkmale neben dem Ergebnis der Prüfung der daraus resultierende Zu- bzw. Abschlag ausgewiesen. Der Saldo errechnet sich aus der Summe der einzelnen Zu- und Abschläge (Tab. 19).

Tabelle 19: Gemittelter Saldo nach Qualitätstabelle 1999 und 2003

	2003		2004		2005		2006	
	1999	2003	1999	2003	1999	2003	1999	2003
Qualitätstabelle	1,34	0,23	0,97	1,13	1,24	1,19	0,74	0,88
Sachsen-Anhalt	1,29	1,99	0,18	0,86	0,00	0,99	2,32	1,89
Thüringen	0,21	1,43	-0,38	0,26	0,21	0,45	0,43	1,18
Elbe-Saale gesamt	1,00	1,08	0,63	0,99	0,60	0,93	1,05	1,24

Der Vergleich der beiden Fassungen von 1999 und 2003 über die vier Jahre zeigt, dass die Bewertung des Hopfens nach der Fassung 2003 mit einem Mittelwert von 1,06 für den Erzeugerbetrieb günstiger war als die nach der Fassung von 1999 (Mittelwert 0,82). Beim Jahresvergleich wurden die höchsten Salden bei beiden Fassungen im Jahr 2006 erreicht.

Die Bestimmung des Bitterstoffgehaltes (Alphasäuregehaltes) ist kein Bestandteil der im Rahmen der Neutralen Qualitätsfeststellung durchzuführenden Qualitätsprüfung. Während diese nach den Richtlinien des NQF-Pflichtenheftes für den gesamten in Deutschland produzierten Hopfen verbindlich ist, entscheidet der zwischen Erzeuger und Aufkaufbetrieb bzw. Brauerei abgeschlossene Vertrag über die Notwendigkeit der Alphasäurenbestimmung.

In den Jahren 2003 bis 2005 wurden alle Partien des Anbaugbietes Elbe-Saale auf ihren Alphasäuregehalt untersucht. Nach Angaben der Aufkauffirmen erfolgte im Jahr 2006 an 335 von den 354 Partien die Alphasäurenbestimmung. Bei den nicht untersuchten Partien handelte es sich um Verträge ohne Alphasäurenbindung bzw. um Hopfen der nicht an eine der zuvor genannten Aufkauffirmen verkauft wurde. Die Ergebnisse der Alphasäurenbestimmung in den Jahren 2003 bis 2006 sind in der Tabelle 20 dargestellt.

Tabelle 20: Alphasäuregehalt (% lfr.)

	2003		2004		2005		2006	
	Anzahl	Alpha % lfr.	Anzahl	Alpha % lfr.	Anzahl	Alpha % lfr.	Anzahl	Alpha % lfr.
„Hallertauer Magnum“	265	10,9	269	14,1	269	14,4	225	12,6
„Northern Brewer“	53	5,5	55	8,6	47	8,7	30	7,9
„Perle“	38	4,1	41	7,1	43	8,8	35	7,2
„Nugget“	24	8,1	25	9,5	21	11,9	12	9,9
„Taurus“	16	12,3	11	16,1	10	15,1	8	13,5
„Hallertauer Tradition“	5	4,3	4	5,6	5	6,9	6	4,7
„Hallertauer Merkur“	12	8,5	16	13,1	13	13,0	12	9,8
„Columbus“	3	11,0	1	12,5	1	13,1	0	-
„Target“	1	11,3	1	12,6	1	12,4	1	10,9
„Herkules“	0	-	0	-	0	-	6	12,1
Summe	417		423		410		335	

Wie aus der Tabelle 20 ersichtlich war das Trockenjahr 2003 bei allen Sorten das Jahr mit den niedrigsten Alphasäurenwerten. Im Jahr 2006 lagen die Werte etwas höher, aber wahrscheinlich in Folge des feuchten, sonnenscheinarmen Monats August, deutlich unter den erzielten Alphasäurenwerten der Jahre 2004 und 2005.

3.2 Befallsermittlung mittels Scanalyzer

Bei der klassischen Bestimmung des Krankheitsbefalls handelt es sich um eine subjektive Bewertung, die Spezialkenntnisse erfordert. Sie beinhaltet eine visuelle und geruchliche Einschätzung. Bei der visuellen Bewertung wird zwischen gesunden (grünen) und krankheitsbefallenen (braunen) Doldenblättern unterschieden. Die Einstufung des Befallsgrades erfolgt immer subjektiv, d. h. bei der Einschätzung des gleichen Musters durch die gleiche Person kann es zu unterschiedlichen Bewertungen kommen. Z. B. kann ein Muster besser eingestuft werden, wenn dieses unter vielen schlechten Mustern bonitiert wird als wenn das gleiche Muster mit ausschließlich guten Mustern bewertet wird. Noch schwieriger ist es, wenn verschiedene Personen die Musterbewertung vornehmen. Das zeigt ein Beispiel von 163 Nachuntersuchungen auf Befall von Krankheiten und Schädlingen.

90 Proben wurden gleich bewertet	= 55,2 %
67 Proben wurden um eine Stufe verändert	= 41,2 %
5 Proben wurden um zwei Stufen verändert	= 3,0 %
1 Probe wurde um drei Stufen verändert	= 0,6 %
163 Proben gesamt	= 100,0 %

Aufgrund des aufgezeigten Problems sucht man nach einem objektiven Messverfahren, um alle subjektiven Faktoren des klassischen Verfahrens auszuschalten. Die Lösung kann der Einsatz eines Messgerätes sein, das mit Hilfe von digitalisierten Farbaufnahmen eine Auswertung vornimmt. Versuche mit dem Scanalyzer zur Befallsbewertung werden seit 2002 in der Hallertau durchgeführt. Wichtigste Schritte der Messung mit dem Scanalyzer:

- Probe wird als Rohhopfenmuster in einer Schale bereitgestellt (3 Schalen = 3 Wiederholungen je Muster),
- Probe wird fotografiert und als Echtbild gespeichert,
- das Foto wird aufgelöst und in Farbklassen zerlegt, es entsteht ein Farbklassenbild,
- die Flächenanteile der jeweiligen Farbklassen werden ausgewertet.

Farbklassen:

- gesunde Doldenblattanteile = verschiedene Grüntöne
- Lupulin = gelbe Farbtöne
- braune, befallene Doldenblattanteile = rote Flächen

Nach der Ermittlung der Befallsklassen muss ein Zusammenhang zwischen Befall als prozentualer Flächenanteil von Brauntönen und dem Befallsgrad hergestellt werden. Als Grundlage hierfür dienen die Boniturergebnisse von AGROLAB, mit denen die Ergebnisse des Scanalyzers verglichen werden. Nach mehreren Modifikationen ergeben sich folgende Beziehungen (Tab. 21):

Tabelle 21: Zusammenhang zwischen der Farbmessung und dem Befallsgrad

Klasse	Befall	Flächenanteil in %
1	kein	< 4
2	leicht	4 - 8
3	mittel	9 - 12
4	stark	13 - 16
5	sehr stark	> 16

In den Jahren 2002 und 2003 standen je ein Gerät in der Hallertau und in Tettngang zur Verfügung. Eine Untersuchung der Hopfenpartien des Anbaugbietes Elbe-Saale wurde erstmals nach der Ernte 2004 durchgeführt. Die Bewertung mittels Scanalyzer in Wolnzach erfolgte etwa zwei Monate nach der Qualitätsfeststellung im Rahmen der Neutralen Qualitätsuntersuchung bei der TLL. Dabei wurde auf das Laborrückstellmuster zurückgegriffen. Das Ergebnis ist in der folgenden Tabelle 22 aufgezeigt.

Tabelle 22: Vergleich der Befallsbonituren der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft mit der Scanalyzerbonitur 2004

Bonitur ((3 x Hellbraun) + (7 x Dunkelbraun))/10				(3 x + 7 x)/10 Berichtigt		
man. Bonitur TLL	Proben-Anzahl	2. Versuch (optimiertes Hitsuema)	Anteil in %	Bonitur von Scanalyzer	Berichtigt: 1; 2 = -2,18 3; 4; 5 = -4,39	Anteil in %
1	24	0	0,0	1	3	12,5
		10	41,7	2	18	75,0
		7	29,2	3	1	4,2
		5	20,8	4	2	8,3
		2	8,3	5	0	0,0
2	247	1	0,4	1	7	2,8
		21	8,5	2	86	34,8
		22	8,9	3	41	16,6
		83	33,6	4	57	23,1
		120	48,6	5	56	22,7
3	106	0	0,0	1	0	0,0
		0	0,0	2	3	2,8
		1	0,9	3	6	5,7
		5	4,7	4	24	22,6
		100	94,3	5	73	68,9
4	26	0	0,0	1	0	0,0
		0	0,0	2	1	3,8
		0	0,0	3	0	0,0
		0	0,0	4	1	3,8
		26	100,0	5	24	92,3
5	5	0	0,0	1	0	0,0
		0	0,0	2	0	0,0
		0	0,0	3	0	0,0
		0	0,0	4	0	0,0
		5	100,0	5	5	100,0
Übereinstimmend	408	27	6,6		101	24,7

Nach dem nochmaligen Verrechnen der Werte unter Verwendung der Ergebnisse des Wiederfindungsratenscannings (s. o.) stimmen trotzdem nur 24,7 % überein. Beim Vergleich der Befallsgrade zwischen der TLL und dem Scanalyzer sind große Unterschiede festzustellen. Die Gesamtbeurteilung aller Hopfenpartien des Anbaugesbietes Elbe-Saale mit dem Scanalyzer fällt um mehr als 2 Boniturklassen schlechter aus als die erstbewerteten Muster der TLL. Folgende Ursachen werden dafür gesehen:

- Die Zweituntersuchung mit dem Scanalyzer erfolgte etwa zwei Monate später als die Erstuntersuchung in der TLL (Farbverlust).
- Das Elbe-Saale-Anbaugesbiet hat freie, offene Hopfenlagen, das bedeutet viel Windschlag (braune Flächen auf den Deckblättern der Dolden). Der Windschlag wird im Zertifikat als Bemerkung eingetragen und hat keinen Einfluss auf die Höhe der vergebenen Befallsnote.
- Trocknung nur mit Bandrockner, es wird weit heruntergetrocknet (5 %) und in der Klimakammer wieder angefeuchtet (Farbverlust).
- Bei unbelüfteten Grünhopfenbunkern kann es zur Erwärmung und damit zu unerwünschten Farbveränderungen kommen. Der Hopfen verliert seinen Glanz, wird stumpf und verfärbt sich gelblich. Dieser Hopfen erscheint im Farbklassenbild rot bzw. geht in die Brauntöne ein.
- Eine nochmalige Untersuchung auf Krankheits- und Schädlingsbefall durch Mitarbeiter der HVG zeigt eindeutig, dass die Beurteilung diesbezüglich von der Hallertau und Elbe-Saale gleich ist. Die schlechtere Bewertung durch den Scanalyzer beruht ausschließlich auf Farbveränderungen, unabhängig vom Krankheits- und Schädlingsbefall.
- Große Unterschiede zwischen Handbonitur und Scanalyzer treten besonders bei den Bitterhopfen auf. In der Hallertau werden zu 60 % Aromahopfen untersucht, im Elbe-Saale-Gebiet sind jedoch vorwiegend Bittersorten im Anbau.

Aus Zeitgründen war es leider in den Jahren 2005 und 2006 nicht möglich, die von der TLL untersuchten Hopfenmuster des Anbaugesbietes Elbe-Saale parallel oder nach der Ernte mittels Scanalyzer auf Befall zu untersuchen.

Nach zwei weiteren Testjahren (2007 und 2008) soll endgültig die Entscheidung über die Einführung des Scanalyzers in der Neutralen Qualitätskontrollstrecke fallen. Nach bisherigem Ergebnisstand lässt sich die Handbonitur durch den geprüften Scanalyzer trotz vieler Korrekturen, z. B. sortenspezifisches Farbschema, nicht ersetzen. Der Scanner erreichte bisher nicht die geforderte Übereinstimmung mit der Handbonitur. So wurde im Jahr 2006 bei der Hauptsorte des Anbaugesbietes Elbe-Saale ‚Hallertauer Magnum‘ nur eine Übereinstimmung von 45,9 % erreicht. Er kann höchstens als Hilfsmittel dienen. In der Hallertau wird der Scanalyzer wie in den letzten Jahren in den Ablauf der Neutralen Qualitätskontrolle integriert, um nach weiteren zwei Jahren endgültig abzuwägen, ob er sinnvoll und mit verwertbaren Ergebnissen eingesetzt werden kann.

4 Kulturlandschaftsprogramm

Das aktuelle Kulturlandschaftsprogramm (KULAP, Laufzeit 2004 bis 2008) wurde mit den gleichen Grundsätzen und Regeln für den kontrolliert-integrierten Hopfenbau wie das 2003 beendete Förderprogramm fortgesetzt.

Die jährliche KULAP-Kontrolle der Thüringer Hopfenbetriebe führte die TLL gemeinsam mit Vertretern der HVG, dem Pflanzerverband Elbe-Saale und den zuständigen Landwirtschaftsämtern im Zeitraum Ende Juni bis Ende Juli durch. Durch die Auflösung des Hopfenstandortes Vogelsberg verringerte sich 2005 die Anzahl der Thüringer Hopfenbetriebe von 11 auf 10.

Laut den Protokollen zur Kontrolle über die Einhaltung der Kriterien des kontrolliert-integrierten Hopfenbaus sind folgende Maßnahmen und Auflagen zu überprüfen:

- gemeldete Flächen,
- Vollständigkeit und Einhaltung der für den integrierten Anbau festgelegten Auflagen anhand der Schlagkarten,
- Teilnahme an Weiterbildungsveranstaltungen,
- Technische Ausstattung (Spritzenüberprüfung),
- Bodenanalysen (N_{\min} -Untersuchungen jährlich, Hauptnährstoffe im vierjährigen Turnus),
- Peronospora-Warnungen durch eigene Wetterstation bzw. durch Warnaufrufe der TLL als Grundlage für gezielte Spritzungen,
- Einschätzung der Bestände bei der Feldbegehung,
- Einschätzung der Kontrollergebnisse und Hinweise zur Gesunderhaltung der Bestände, z. B. bezüglich des Pflanzenschutzes.

In allen überprüften Betrieben Thüringens gab es in den Jahren 2003 bis 2006 keine Beanstandungen, so dass die Fördermittel in voller Höhe an alle Hopfenbetriebe ausgezahlt werden konnten. In den Jahren 2007 und 2008 werden die jährlichen Kontrollen zur Überprüfung der im derzeitigen KULAP- Programm enthaltenen Auflagen fortgeführt. Über neue Fördermaßnahmen ab 2009 liegen zzt. noch keine Entscheidungen vor.

5 Zusammenfassung

Nach dem größten zusammenhängenden Hopfenanbaugebiet der Welt, der Hallertau, ist das Anbaugebiet Elbe-Saale das zweitgrößte und nördlichste Anbaugebiet Deutschlands. Von der TLL wird in Absprache mit den Ministerien der drei Bundesländer Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen die fachtechnische Betreuung des Anbaugebietes Elbe-Saale wahrgenommen.

Die Durchführung von Versuchen zur Sortenwahl, Düngung, Bewässerung etc. haben das Ziel, Wissen für aktuelle Anbau- und Vermarktungsempfehlungen zu erarbeiten. Damit wird eine effiziente und umweltgerechte Hopfenproduktion ermöglicht, welche Voraussetzung für die Sicherung der Marktchancen und Wettbewerbsfähigkeit des Elbe-Saale-Hopfens ist.

Mit den Ergebnisse der Sorten- und Zuchtstammprüfung des Sortimentes Apolda können den Hopfenbetrieben des Anbaugebietes Elbe-Saale für neu zugelassene Sorten Empfehlungen zum Pflanzabstand in der Reihe, zu Pflückbeginn, Pflückeignung sowie zu Ertrag und Qualität gegeben werden.

Ein Langzeitdüngungsversuch zur optimalen Stickstoffdüngung bei der Hauptsorte ‚Hallertauer Magnum‘ wurde nach acht Jahren 2006 abgeschlossen. Die Ergebnisse belegen eindeutig, dass eine Reduzierung der Stickstoffgaben um ca. 30 % ohne Ertrags- und Qualitätsverluste möglich ist, wenn die bisher in den meisten Praxisbetrieben angewendete breitwürfige N-Ausbringung durch eine gezielte Gabe im Bandstreuverfahren ersetzt wird. Mit Stickstoffgaben über dem Sollwert von 200 kg/ha können weder der Ertrag noch der Alphasäuregehalt signifikant gesteigert werden.

Ein seit 2002 an zwei Standorten durchgeführter Versuch zur Tröpfchenbewässerung an der Hauptsorte des Anbaugebietes Elbe-Saale ‚Hallertauer Magnum‘ zeigt, dass mit der Bewässerung der Ertrag stabilisiert werden kann, die Qualität des Hopfens jedoch nicht beeinflusst wird. Zwischen der Variante unten auf dem Bifang verlegte Tropfschläuche und dem Betropfen von oben konnten keine gesicherten Ertragsunterschiede festgestellt werden. Um Beobachtungen zum Krankheits- und Schädlingsbefall fortzuführen, sollte der Vergleich zwischen auf dem Bifang verlegten Tropfschläuchen und an den Laufdrähten des Gerüsts befestigten Tropfschläuchen an den Standorten Kutzleben und Großenehrich weitergeführt werden.

Die Prüfung von neuen Sorten und Zuchtstämmen des Sortimentes in Apolda auf die Viren ApMV und PNRV wurde seit 1995 durchgeführt und durch Einbeziehung der neu gepflanzten Hüller Zuchtstämme ständig erweitert. Eine Weiterführung dieses Versuches ist nicht erforderlich.

Um die bisher vorbeugenden häufigen Routinespritzungen mit Kontaktfungiziden gegen Peronospora durch gezielte Bekämpfungsmaßnahmen zu ersetzen, erfolgt die Bekämpfung der Sekundärinfektion im Anbaugebiet Elbe-Saale nach einem Witterungsmodell. Alle Betriebe Thüringens erhalten, unabhängig von teilweise vorhandenen eigenen Warnsystemen, bei erreichtem Peronospora-Index einen Warnaufruf von der TLL mit Empfehlungen zur Auswahl des einzusetzenden Pflanzenschutzmittels im jeweiligen Entwicklungsstadium des Hopfens. Es wird empfohlen, alle Hopfenanlagen mit einer eigenen Wetterstation auszurüsten.

Die TLL ist eine von drei in Deutschland zuständigen Prüfstellen für die amtliche Mittelprüfung im Hopfenbau. Neben den amtlichen Prüfungen von Pflanzenschutzmitteln wurden im Auftrag der Firmen verschiedene Präparate orientierend geprüft. Für alle im Rahmen der amtlichen und orientierenden Mittelprüfung geprüften Präparate liegt ein gesonderter Prüfbericht vor.

Im Auftrag der HVG führt die TLL seit 1994 die „Neutrale Qualitätsfeststellung“ nach dem aktuellen Pflichtenheft an allen Hopfenpartien der Betriebe des Anbaugebietes Elbe-Saale durch. Jährlich wurden bis zu 423 Muster auf Wassergehalt, Hopfenabfall, Zerblätterung, Krankheits- und Schädlingsbefall, Sortenreinheit und Samenanteil untersucht.

Die jährlichen Kontrollen zur Überprüfung der im derzeitigen KULAP-Programm enthaltenen Auflagen wurden in Thüringen im Berichtszeitraum ohne Beanstandungen durchgeführt und

werden bis 2008 fortgesetzt. Über neue Fördermaßnahmen ab 2009 liegen zzt. noch keine Entscheidungen vor.

Anhang

Tabelle A1: Ermittlung des optimalen Erntezeitpunktes bezüglich des Alphasäuregehaltes an ausgewählten Sorten und Zuchtstämmen 2003

Sorte / Zuchtstamm	20. 08.	27. 08.	04. 09.	10. 09.	18. 09.
,Hallertauer Magnum'	7,4	7,9	9,9	10,9	11,8
,Hallertauer Taurus'	8,7	8,1	7,8	8,0	10,6
,Northern Brewer'	4,1	3,8	6,1	6,2	-
,Nugget'	-	-	2,7	4,5	6,9
,Hallertauer Merkur'	9,8	9,4	9,5	9,4	10,4
,Perle'	2,0	2,2	2,6	2,6	3,2
,Perle' (alt)	2,2	3,1	2,7	2,9	2,9
,Perle' (neu)	2,4	3,3	4,1	4,7	3,6
,Saphir'	-	1,4	2,1	2,4	-
,Hallertauer mfr.'	-	2,9	3,4	3,2	-
87/24/55	-	2,0	2,4	2,3	-
87/24/56	-	3,0	3,3	2,4	-
89/2/25	-	2,9	2,9	2,9	3,5
83/69/8	1,8	1,9	2,7	2,3	4,0
93/10/36	13,7	11,6	9,6	8,2	12,2
95/94/816	9,7	9,9	9,6	9,7	11,0
,Columbus'	-	5,6	6,9	7,7	10,3
93/10/63	4,9	4,5	5,7	5,6	7,9
95/94/721	6,7	6,7	7,9	9,1	10,6
93/10/34	9,7	10,8	11,8	11,4	11,0
95/94/730	6,6	7,2	6,9	9,2	10,9

Tabelle A2: Ermittlung des optimalen Erntezeitpunktes bezüglich des Alphasäuregehaltes an ausgewählten Sorten und Zuchtstämmen 2004.

Sorte / Zuchtstamm	20. 08.	27. 08.	03. 09.	10. 09.	17. 09.	24. 09.
,Hallertauer Magnum'	9,7	10,9	13,2	15,3	16,8	16,3
,Hallertauer Taurus'	9,3	9,0	10,0	9,3	17,4	17,3
,Northern Brewer'	6,7	6,4	7,7	6,9	8,3	8,1
,Nugget'	-	-	5,6	7,8	8,4	9,1
,Hallertauer Merkur'	11,8	12,2	12,0	13,7	15,8	15,2
,Perle'	5,1	5,1	6,1	6,6	7,8	7,6
'Perle' (alt)	5,1	4,7	5,8	5,1	5,3	6,0
'Perle' (neu)	4,6	3,8	6,7	6,8	5,5	6,0
,Saphir'	2,1	3,7	4,4	5,3	5,1	5,6
,Hallertauer mfr.'	6,1	5,2	7,0	6,1	6,7	6,8
,Smaragd'	-	1,8	3,7	4,8	5,3	5,7
'Opal'	5,7	6,7	6,3	6,2	6,5	6,9
89/2/25	-	3,4	5,6	5,8	5,7	5,7
83/69/8	-	1,8	3,9	5,5	4,7	5,7
93/10/36	13,0	12,7	13,2	14,9	16,8	16,2
95/94/816	8,2	9,0	11,6	13,3	16,0	15,6
'Columbus'	-	2,9	5,1	8,6	13,1	12,8
93/10/63	-	8,9	12,6	14,9	13,0	17,0
95/94/721	-	5,7	11,0	12,9	13,2	15,0
93/10/34	13,0	15,3	16,3	18,3	16,8	16,7
95/94/730	-	5,9	7,8	12,9	10,9	13,6

Tabelle A3: Ermittlung des optimalen Erntezeitpunkts bezüglich des Alphasäuregehaltes an ausgewählten Sorten und Zuchtstämmen 2005.

Sorte / Zuchtstamm	20. 08.	27. 08.	03. 09.	10. 09.	17. 09.	24. 09.
	6,1	8,4	14,7	15,2	15,0	14,8
„Hallertauer Magnum“	4,2	10,3	12,4	15,0	17,1	16,8
„Hallertauer Taurus“	4,5	5,9	6,0	7,8	8,1	7,8
„Northern Brewer“	-	-	5,4	9,2	9,6	10,4
„Nugget“	4,6	10,0	11,2	13,5	13,6	13,2
„Hallertauer Merkur“	3,8	3,9	5,8	7,3	7,4	7,4
„Perle“	-	5,0	6,7	7,2	8,3	-
„Perle“ (alt)	-	3,8	7,5	8,2	8,4	-
„Perle“ (neu)	2,6	3,8	3,8	4,0	4,3	4,4
„Saphir“	3,2	3,8	4,4	4,1	4,4	-
„Hallertauer mfr.“	-	3,4	5,1	5,5	7,9	7,6
„Smaragd“	3,5	5,6	7,6	8,8	8,5	8,7
„Opal“						
89/2/25	-	5,2	6,1	6,0	6,2	6,6
83/69/8	-	2,2	4,4	5,1	7,4	7,6
93/10/36	4,9	9,6	12,3	12,8	14,5	13,4
„Herkules“	-	7,9	10,2	17,0	16,6	17,3
„Columbus“	-	3,2	6,1	8,4	11,9	12,8
93/10/63	2,3	7,5	12,8	13,8	15,5	14,8
95/94/721	-	-	-	-	14,5	14,0
93/10/34	8,3	12,0	12,5	14,2	13,3	14,6
95/94/730	-	4,4	8,4	10,7	11,9	10,9

Tabelle A4: Ermittlung des optimalen Erntezeitpunkts bezüglich des Alphasäuregehaltes an ausgewählten Sorten und Zuchtstämmen 2006.

Sorte / Zuchtstamm	22. 08.	28. 08.	04. 09.	11. 09.	18. 09.	25. 09.
„Hallertauer Magnum“	3,2	6,7	11,0	11,9	12,0	12,4
„Hallertauer Taurus“	5,8	8,7	12,6	16,2	14,2	15,9
„Northern Brewer“	5,3	6,3	7,7	7,6	7,9	-
„Nugget“	-	2,3	3,3	5,0	7,4	8,6
„Hallertauer Merkur“	-	4,6	7,9	10,3	11,1	9,7
„Perle“	2,8	4,1	4,5	6,0	6,4	7,6
„Perle“ (alt)	3,0	4,1	6,2	6,4	6,3	6,4
„Perle“ (neu)	2,8	4,0	5,9	6,5	6,7	7,0
„Saphir“	-	3,1	3,6	3,4	3,5	4,0
„Hallertauer mfr.“	3,0	2,8	2,8	3,2	3,3	3,9
„Smaragd“	-	3,0	4,0	6,1	6,2	5,9
„Opal“	4,5	4,8	7,3	7,5	7,2	7,4
89/2/25	-	6,7	6,7	6,8	8,6	7,8
83/69/8	-	1,6	3,4	4,9	4,5	7,2
93/10/36	-	7,8	11,5	13,0	13,8	13,3
„Herkules“	-	8,9	12,5	13,2	14,0	12,6
„Columbus“	-	1,8	3,3	6,7	9,2	10,3
93/10/63	-	5,7	10,1	11,5	12,6	12,6
95/94/721	-	-	7,4	8,0	9,6	9,8
93/10/34	-	8,8	11,1	11,5	12,5	11,6
95/94/730	-	7,6	10,2	11,7	10,7	12,5

Tabelle A5: Qualitätsbefunde für nichtaufbereiteten Hopfen 2003 (417 Proben)

Qualitätsmerkmale	nach Qualitätstabelle 1999						nach Qualitätstabelle 2003					
	Standard		Bonus		Malus		Standard		Bonus		Malus	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Wassergehalt	213	51,1	195	46,8	9	2,2	35	8,4	337	89,4	9	2,2
Blatt/Stängel + Hopfenabfall	154	36,9	242	58,0	21	5,0	187	44,8	188	45,1	42	10,1
Doldenblätter	231	55,4	42	10,1	144	34,5	336	80,6	0	0	81	19,4

Tabelle A6: Qualitätsbefunde für nichtaufbereiteten Hopfen 2004 (423 Proben)

Qualitätsmerkmale	nach Qualitätstabelle 1999						nach Qualitätstabelle 2003					
	Standard		Bonus		Malus		Standard		Bonus		Malus	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Wassergehalt	230	54,4	191	45,2	2	0,5	27	6,4	394	93,1	2	0,5
Blatt/Stängel + Hopfenabfall	160	37,8	255	60,3	8	1,9	200	47,3	193	45,6	30	7,1
Doldenblätter	238	56,3	42	9,9	143	33,8	339	80,1	0	0	84	19,9

Tabelle A7: Qualitätsbefunde für nichtaufbereiteten Hopfen 2005 (410 Proben)

Qualitätsmerkmale	nach Qualitätstabelle 1999						nach Qualitätstabelle 2003					
	Standard		Bonus		Malus		Standard		Bonus		Malus	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Wassergehalt	200	48,5	207	50,5	3	0,7	20	4,9	387	94,4	3	0,7
Blatt/Stängel + Hopfenabfall	117	28,5	290	70,7	8	0,7	156	38,0	234	57,1	20	4,9
Doldenblätter	214	52,2	114	27,8	82	20,0	352	85,9	0	0	58	14,1

Tabelle A8: Qualitätsbefunde für nichtaufbereiteten Hopfen 2006 (354 Proben)

Qualitätsmerkmale	nach Qualitätstabelle 1999						nach Qualitätstabelle 2003					
	Standard		Bonus		Malus		Standard		Bonus		Malus	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Wassergehalt	184	52,0	168	47,5	2	0,6	24	6,8	328	92,7	2	0,6
Blatt/Stängel + Hopfenabfall	121	34,2	223	63,0	10	2,8	151	42,7	184	52,0	19	5,4
Doldenblätter	134	37,9	146	41,2	74	20,9	313	88,4	0	0	41	11,6