



Leitlinie

zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von

Hopfen

Besuchen Sie uns auch im Internet:
www.tll.de/ainfo

Impressum

3. Auflage 2007

Herausgeber: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Naumburger Str. 98, 07743 Jena
Tel.: (03641) 683-0, Fax: (03641) 683 390
e-Mail: pressestelle@jena.tll.de

Autoren: **Dipl.-Landwirt Peter Wieser**
Dr. Wilfried Zorn
Dr. Joachim Degner
Dipl.-Ing. agr. Angela Werner

Mai 2007

- Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Quellenangabe gestattet. -

Inhaltsverzeichnis

1	Marktsituation	4
2	Standortansprüche	5
3	Produktionsverfahren	6
3.1	Sortenwahl	6
3.2	Düngung	7
3.3	Pflanzenschutz	11
3.3.1	Schadschwellenbezogene Bekämpfung von Pilzkrankheiten	11
3.3.2	Schadschwellenbezogene Bekämpfung tierischer Schaderreger	12
3.3.3	Virosen	15
3.3.4	Unkrautbekämpfung und Hopfenputzen	16
3.4	Bodenbearbeitung und Pflege	16
3.5	Zusatzbewässerung	17
3.6	Ernte, Trocknung, Nachbehandlung und Kompaktierung	17
4	Verfahrensbewertung	19

1 Marktsituation

Hopfen wird fast ausschließlich zur Bierherstellung verwendet. Nur geringe Mengen kommen in der pharmazeutischen und kosmetischen Industrie zur Verarbeitung. Der Brauwert des Hopfens ergibt sich aus dem Gehalt an Alphasäuren (Kriterium für Bitterwert) und ätherischen Ölen.

Sortenwahl, Qualitätskriterien und die Herkunft (Provenienz) bestimmen den Marktwert des Hopfens. Nach der Verordnung (EWG) Nr. 1517/77 der Kommission vom 6. Juli 1977 werden folgende Sortengruppen für den Hopfenanbau festgelegt:

- Gruppe A = Aromahopfen wie: *Perle, Hallertauer Tradition, Spalter Select, Saphir, Opal, Smaragd* sowie die Aromasorten der USA, England u. a.
- Gruppe B = Bitterstoffhopfen wie: *Northern Brewer, Hallertauer Magnum, Hallertauer Taurus, Herkules, Nugget* und Bittersorten aus den USA, England und Australien
- Gruppe C = Andere wie *Record, Zenith*, Sonstige, auch Versuchssorten

Mit der Verordnung (EG) Nr. 80/2005 der Kommission vom 19. Januar 2005 wird die Verordnung (EWG) Nr. 1517/77 aufgehoben. Eine neue Verordnung zur Festlegung der Liste der Sortengruppen für den Hopfenanbau liegt zzt. noch nicht vor.

Als Qualitätskriterien gelten, neben dem Alphasäuregehalt (bei Bittersorten), die in den deutschen Hopfengeschäftsvereinbarungen für deutschen Siegelhopfen festgelegten Grenzwerte betreffs Wassergehalt, Blatt- und Stängelanteil, Anteil loser Zapfenblätter, Hopfenabfall und Mängel durch Krankheiten, Schädlinge und abiotische Faktoren.

Der Hopfenbau für den Weltmarkt erfolgt hauptsächlich in Deutschland, USA, China, Tschechien, Polen und Slowenien. Dabei liegt der Anbauschwerpunkt mit 17 167 ha (2005), das entspricht über 30 % der Weltanbaufläche, in Deutschland. Der Welthopfenmarkt war in den letzten Jahren durch eine Überproduktion an Hopfen, besonders an Alphasäuren, gekennzeichnet. Als Folge davon ist die Anzahl der Hopfenpflanzler und der Anbaubetriebe weltweit stark zurückgegangen. Die Zunahme des Bierausstoßes während der letzten fünf Jahre, starkes Wachstum im Absatz von Hopfenprodukten, die außerhalb der Brauindustrie angewendet werden und eine um rund 30 % geringere Gesamtalphasäurenmenge der Ernte 2006 führte zu einer Unterversorgung mit Hopfen am Weltmarkt. Die erzielten Preise, sowohl für den Vertrags- als auch für den Freihopfen, lagen in den letzten Jahren bei 2,50 €/kg Hopfen und damit erheblich unter den Gestehungskosten. Mit der Ernte 2006 haben sich nicht nur die Freihopfenpreise erhöht, sondern es werden auch wieder Vorverträge mit Preisen von 4,00 €/kg Hopfen für die nächsten vier bis fünf Jahre angeboten, die es dem Pflanzler ermöglichen, neben den deutlich gestiegenen Kosten für Dünger, Pflanzenschutzmittel und vor allem für Energie, auch Ersatz- und Neuinvestitionen zu tätigen. Der Investitionsbedarf für Hopfen ist aufgrund der hohen Maschinen-, Gerüst- und Gebäudekosten wesentlich höher als bei anderen landwirtschaftlichen Kulturarten.

Im August 1990 wurde die Hopfenverwertungsgenossenschaft (HVG) Elbe-Saale e. G. gegründet, in der sich alle Hopfenerzeuger der neuen Bundesländer Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt zusammenschlossen, um die vorhandenen erheblichen Wettbewerbsnachteile gegenüber den traditionellen Hopfenanbaugebieten Bayerns und Baden Württembergs wie uneffiziente Sorten, fehlende Verarbeitungskapazität (z. B. Extraktionsanlagen), teilweise veraltete Technik sowie eines beträchtlich geringeren Niederschlagsniveaus der Region auszugleichen.

Wichtige Maßnahmen der Überwindung des Wettbewerbnachteils sind:

- kontinuierliche Rodung uneffizienter Sorten und Umstellung auf Sorten mit hohem Marktwert.
- Modernisierung der Pflanzenschutz- und Erntetechnik sowie der Verpackungslinien.
- Nutzung aller Bewässerungsmöglichkeiten in Trockenjahren, vor allem in den Monaten Juni und Juli.

Angesichts der zunehmenden Konzentrationsprozesse bei Brauern und auf Seiten des Handels wurde es für die HVG Elbe-Saale e. G. immer schwieriger, sich auf dem Markt zu halten. Durch die Fusion der HVG Hallertau e. G. mit der HVG Elbe-Saale e. G. im Jahr 2001 entstanden die Voraussetzungen für die gemeinsame Verwertung des Hopfens. Da die HVG Elbe-Saale e. G. gleichzeitig auch Mitglied im Verband Deutscher Hopfenpflanzer e. V. war, gründeten die Hopfenanbauer des Anbaugebietes Elbe-Saale einen eigenen Regionalverband „Hopfenpflanzerverband Elbe-Saale e. V.“

2 Standortansprüche

Hopfen als Dauerkultur mit tiefreichender Pfahlwurzel verlangt tiefgründigen, humus- und nährstoffreichen Boden ohne undurchlässige Schichten im Untergrund. Der optimale pH-Wert liegt zwischen 6,0 und 7,0. Für Anlagen unter Spannbetongerüsten sind ebene Lagen mit höchstens 5 % Hangneigung auszuwählen. Als günstig erwiesen sich Tallagen mit natürlichem Windschutz, wie Hecken oder Wald. In offenen Lagen wird Pflanzung von Windschutzstreifen an den West- und Nordseiten empfohlen.

Die Temperatur- bzw. Wärmeansprüche liegen mit 8,0 bis 8,5°C Jahresdurchschnittstemperatur etwas unter denen des Weines.

Entscheidend für die Entwicklung der Pflanzen sind die Niederschlagsmengen und deren Verteilung während der Vegetation sowie mäßige Temperaturen in der Hauptvegetationsperiode Juni bis August. Die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge sollte 500 mm nicht unterschreiten und in den Monaten April bis August mindestens 350 mm betragen. Bei längerfristiger Unterschreitung dieser Werte ist Bewässerung notwendig.

3 Produktionsverfahren

3.1 Sortenwahl

Die Sortenwahl ist entscheidend für die Vermarktungsfähigkeit des Erntegutes. Das im Elbe-Saale-Gebiet angebaute Sortenspektrum hat sich in den letzten Jahren durch die Flächenerweiterung der effizienten Sorten: *Hallertauer Magnum*, *Hallertauer Merkur*, *Nugget* und *Perle* wesentlich verändert. 2005 wurde die Sorte *Herkules*, ein sehr ertragreicher neuer Zuchtstamm aus dem Hopfenzentrum Hüll, zugelassen.

Nach den Kriterien Marktwert und Anbaueignung wird folgende Empfehlung gegeben:

A-Sorten

- Der Anbau der Aromasorten *Perle* mit verbessertem Bitterwert und *Hallertauer Tradition* ist bevorzugt auf Flächen mit Bewässerungsmöglichkeiten zu empfehlen. In Betrieben ohne Bewässerung sollte beim Pflanzen, wegen der schwachen Jugendentwicklung beider Sorten, angegossen werden.
- Hochfeine Aromasorten vom Typ des *Saazer Formenkreises* und *Tettnanger* sind zzt. nur in ihren traditionellen Anbaugebieten von hohem Marktwert. Das gleiche gilt für die neuen Hüller Aromasorten wie *Spalter Select*, *Saphir*, *Smaragd* und *Opal*.

B-Sorten

- Die gegenwärtige Tendenz zu Hochalphasorten weisen insbesondere *Hallertauer Magnum* und *Herkules* mit mindestens 12 % Alphasäuregehalt auf. Eine Flächenerweiterung mit der für das Anbaugebiet Elbe-Saale gut geeigneten Hochalpha-Sorte *Nugget* ist nicht zu empfehlen, da diese Sorte gegenüber den Sorten *Hallertauer Magnum* und *Herkules* wesentliche Nachteile wie:
 - geringerer Marktwert,
 - niedrigere Alphasäuregehalte,
 - sehr später Erntetermin und
 - höhere Krankheitsanfälligkeit aufweist.

Der Flächenanteil der für das Anbaugebiet Elbe-Saale bisher wichtigsten Sorte *Northern Brewer* reduziert sich weiter zugunsten von Hochalphasorten, wie *Hallertauer Magnum* und *Herkules*. Den Hopfenbetrieben wird der Anbau von 2 bis 3 Sorten mit unterschiedlichen Qualitätseigenschaften und Reifezeiten empfohlen, um Arbeitsspitzen zu brechen und das Marktrisiko zu minimieren.

3.2 Düngung

Eine Voraussetzung für hohe Erträge ist insbesondere die optimale Versorgung der Pflanzen mit Makronährstoffen (N, P, K, Mg, S). Gleichmaßen kommt dem Kalkversorgungszustand (pH-Wert) des Bodens sowie der ausreichenden Mikronährstoffversorgung (B, Cu, Mn, Mo, Zn) der Pflanzen Bedeutung zu.

Die Ermittlung des Nährstoffbedarfs erfolgt im konkreten Fall für einen bestimmten Ertrag auf der Basis verschiedener Standort- bzw. Einflussfaktoren und im Besonderen auf der Grundlage der Bodenuntersuchungsergebnisse sowie auch der Einbeziehung von Pflanzenanalyseergebnissen. Hierfür stehen die in der TLL vorhandenen Düngeempfehlungsprogramme zur Verfügung.

Das Prinzip der Grunddüngung besteht mittelfristig im Ersatz des Nährstoffentzuges bzw. der Nährstoffabfuhr mit dem Erntegut vom Feld (Tab. 1 und 2) bei einem anzustrebenden optimalen Niveau des Nährstoffversorgungszustandes des Bodens (Gehaltsklasse C für Phosphor, Kalium, Magnesium und pH-Klasse C für den pH-Wert). Bei Vorliegen der Nährstoffgehaltsklassen A oder B erfolgen Zuschläge zur Düngung nach Pflanzenentzug. Im Falle von Gehaltsklasse D kann die Düngung unterhalb der Erhaltungsdüngung liegen bzw. auch durchaus, zumindest zwischenzeitlich, unterbleiben, wie das für Gehaltsklasse E ohnehin empfohlen wird. Zu Hopfen kann infolge seines tiefen Wurzelgangs auch eine Vorratsdüngung erfolgen. Bei einer geringen Kalkversorgung des Bodens ist zusätzlich zur Erhaltungskalkung eine Gesundungskalkung gemäß den Richtwerten der TLL erforderlich.

Die Berechnung des Nährstoffbedarfs (je ha) für nachhaltige Produktion beruht auf dem Prinzip der Ermittlung der „Ersatzdüngung“, d. h. der Nährstoffabfuhr vom Feld. Das erfolgt durch die Multiplikation der mittleren Nährstoffgehalte in einer dt Hopfen (Tab. 1) mit dem geplanten Ertrag je ha. Das Ergebnis dieser Berechnung enthält Tabelle 2.

Tabelle 1: Nährstoffgehalt des Erntegutes Hopfen (lufttrocken)

Ernteprodukt	HNV ¹⁾	Mittl. Ertrag dt/ha	Nährstoffgehalt in kg je dt Hopfen (lufttrocken)						
			N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Zapfen	1:	20	3,00	0,44	1,00	2,49	3,00	0,29	0,48
Restpflanze	1,9	38	2,36	0,30	0,68	2,18	2,36	0,62	1,02
Zapfen + Restpflanze		58	7,50	1,00	2,30	6,64	8,00	1,46	2,042

1) Haupt-Nebenprodukt-Verhältnis

Tabelle 2: Durchschnittlicher Nährstoffentzug (Gesamtpflanze) des Hopfens bei mittlerem Ertrag von 20 dt/ha

Nährstoff	Menge (ha)	
	Elementform	Oxidform
Stickstoff	150 kg N	-
Phosphat	20 kg P	46 kg P ₂ O ₅
Kali	133 kg K	160 kg K ₂ O
Magnesium	30 kg Mg	48 kg MgO

Für die Ermittlung der Düngerkosten wird der errechnete Nährstoffbedarf je ha mit den mittleren Preisen (€/kg Reinnährstoff) multipliziert. In der Wirtschaftlichkeitsberechnung (Tab. 10) werden die Kosten für den Gesamtnährstoffentzug (Zapfen + Restpflanze) einbezogen. Die organische Düngung im Innenumsatz erfolgt ohne Berücksichtigung des Materialwertes. Dieser liegt beim Stallmist in der Regel in der Größenordnung der Kosten für seine zweistufige Ausbringung (1. Stufe verteilt über das ganze Jahr: Laden an Stallanlage, Transport zum Feldrandzwischenlager und Hochsetzen; 2. Stufe nach der Ernte: Laden und Streuen). Der Erlösanspruch des Tierproduzenten aus der Dungbereitstellung wird durch die Übernahme der erheblichen Mehrkosten gegenüber der Mineraldüngerapplikation vom Pflanzenproduzenten abgedeckt.

Auf Standorten mit pH-Klassen A oder B ist der höhere Kalkbedarf bei der Anwendung S-haltiger N-Düngemittel mit 0,30 kg CaO/kg N-Düngemittel im Vergleich zu S-freien N-Düngemitteln zu beachten. Die Zusatzkosten können bis zu 0,13 €/kg Schwefel betragen.

Mittlere Düngerkosten:

Stickstoff	je kg N	=	0,61 €		
Phosphor	je kg P	=	0,95 €	je kg P ₂ O ₅	= 0,41 €
Kalium	je kg K	=	0,41 €	je kg K ₂ O	= 0,34 €
Magnesium	je kg Mg	=	0,28 €	je kg MgO	= 0,16 €
Kalk	je kg Ca	=	0,04 €	je kg CaO	= 0,03 €
Schwefel	je kg S	=	0,10 €		

Grundlage zur schlagbezogenen Düngebedarfsermittlung sind die computergestützten Düngungsempfehlungen der TLL:

- Stickstoffbedarfsanalyse (SBA-System) auf der Basis der N-Sollwertmethode und gemessener N_{min}-Werte des Bodens in 0 bis 30 cm und 30 bis 60 cm Tiefe sowie einen N-Sollwert von 200 kg/ha;
- S-Bedarfsanalyse auf der Basis der S-Sollwertmethode und gemessener S_{min}-Werte des Bodens in 0 bis 30 cm und 30 bis 60 cm Tiefe;
- Grunddüngungsempfehlungen nach Richtwerten (Phosphor, Kalium, Magnesium, Kalk) auf der Basis der Bodenuntersuchung (Ackerland 0 bis 20 cm Tiefe).

Boden- und Pflanzenuntersuchungen können in allen zugelassenen Laboratorien Thüringens durchgeführt werden.

Für die Ermittlung des Düngebedarfs an Phosphor, Kalium, Magnesium und Kalk werden im Turnus von drei bis vier Jahren (gilt als Empfehlung) im Rahmen einer systematischen Bodenuntersuchung im Betrieb die Böden auf ihre Gehalte an pflanzenverfügbaren Phosphor, Kalium und Magnesium sowie den pH-Wert untersucht. Die Gehaltsklassen zur Einstufung der pflanzenverfügbaren Gehalte des Bodens an Phosphor, Kalium und Magnesium sowie die pH-Stufe enthält die Tabelle 3.

Tabelle 3: Gehaltsklassen zur Einstufung der P-, K- und Mg-Gehalte des Bodens in mg je 100 g Boden und pH-Wert; Angaben für Bodenartengruppe 4 (mittelschwere Böden)

Gehaltsklassen	CAL-Methode				CaCl ₂ -Methode	pH-Klasse
	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	
A sehr niedrig	≤ 2,4	≤ 5,5	≤ 5	≤ 6	≤ 4	≤ 5,2
B niedrig	2,5 - 4,8	5,6 - 11,0	6 - 10	6,1 - 12,0	4,1 - 7,5	5,3 - 6,2
C anzustreben	4,9 - 7,2	11,1 - 16,5	11 - 16	12,1 - 19,3	7,6 - 11,0	6,3 - 7,0
D hoch	7,3 - 10,4	16,6 - 23,8	17 - 25	19,4 - 30,1	11,1 - 14,5	7,1 - 7,4
E sehr hoch	≥ 10,5	≥ 23,9	≥ 26	≥ 30,2	≥ 14,6	≥ 7,5

Unter Berücksichtigung von Zuschlägen (bei Gehaltsklassen A und B) zur P-, K- und Mg-Düngung nach Pflanzenentzug wird die Gehaltsklasse C angestrebt. Die Bodenreaktion ist in pH-Klasse C optimal. Die Zu- bzw. Abschläge zum P-, K- und Mg-Entzug der Pflanzen enthält Tabelle 4.

Tabelle 4: Jährliche Zu- bzw. Abschläge zum P-, K- und Mg-Entzug von Hopfen (Bodenartengruppe 4, mittelschwere Böden)

Gehaltsklassen	Zu- bzw. Abschlag kg/ha				Gehaltsklassen	Zu- bzw. Abschlag kg/ha	
	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O		Mg	MgO
A	+ 50	+ 115	+ 100	+ 120	A	+ 30	+ 50
B	+ 25	+ 57	+ 50	+ 60	B	+ 15	+ 25
C	0	0	0	0	C	+ 4	+ 7
D	- 4	- 35	- 35	- 42	D ²⁾	-	-
E ¹⁾	-	-	-	-	E ²⁾	-	-

¹⁾ keine Düngung

²⁾ keine Düngung

In Tabelle 5 sind die empfohlenen Düngermengen für drei unterschiedliche Ertragsniveaus angegeben.

Tabelle 5: Empfohlene Düngermengen an P, K und Mg in kg/ha/Jahr (Element- bzw. Oxidwert) bei unterschiedlichen Ertragserwartungen (Bodenartengruppe 4, mittelschwere Böden)

	15 dt/ha						20 dt/ha						25 dt/ha					
	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
A	65	150	200	240	55	85	70	160	235	280	60	100	75	175	265	320	65	110
B	40	90	150	180	35	60	45	105	185	220	45	75	50	115	215	260	50	85
C	15	35	100	120	25	45	20	45	135	160	35	55	25	60	165	200	40	65
D	10	25	65	80	-	-	15	35	100	120	-	-	20	50	130	160	-	-
E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Stickstoffdüngung

Die gemessenen N_{min}-Werte des Bodens, der anrechenbare Stickstoff der vorausgegangenen organischen Düngung und der Stickstoffentzug der Pflanzen sind relevante Faktoren für die Ermittlung des Düngerbedarfes. Für die Bestimmung des N_{min}-Gehaltes im Boden ist eine jährliche Bodenprobenahme vor Vegetationsbeginn erforderlich. Aus den bisherigen Untersuchungen und Erfahrungen gilt auch für den Hopfenbau eine erforderliche Teilung in die Schichttiefen 0 bis 30 und 30 bis 60 cm Tiefe. Die Berechnung des N-Bedarfs erfolgt auf der Basis eines N-Sollwertes (mehrjährige Untersuchungsergebnisse in der TLL), der für Thüringer Bedingungen 200 kg/ha beträgt.

Bei Anwendung N-haltiger Blattdünger oder N-haltiger Mittel zum Ausputzen (z. B. AHL) des Hopfens wird die applizierte N-Menge in die Gesamtstickstoffgabe eingerechnet. Die Ausbringung der empfohlenen N-Gabe sollte bei Wahl eines schnellwirkenden Düngers, z. B. KAS, den Ansprüchen der Sorten entsprechend in mehreren Gaben erfolgen (Tab. 6).

Tabelle 6: Sortengerechte Verteilung der N-Gaben (nicht stabilisierte N-Formen) während der Vegetation

Sorte	Anfang April	Ende Mai	Ende Juni	Anfang Juli
<i>Northern Brewer</i>	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	-
<i>Hallertauer Magnum</i>	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	-
<i>Herkules</i>	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	-	$\frac{1}{3}$
<i>Hallertauer Taurus</i>	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	-
<i>Hallertauer Merkur</i>	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	-
<i>Nugget</i>	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	-	$\frac{1}{3}$
<i>Perle</i>	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	-
<i>Opal</i>	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	-
<i>Saphir</i>	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	-
<i>Smaragd</i>	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	-	$\frac{1}{3}$

Zur Vermeidung bzw. Verringerung der N-Verlagerung durch Niederschläge in tiefere Bodenschichten kann die Applikation N-stabilerer Dünger von Vorteil sein. Die Applikation der ersten Gabe sollte möglichst früh, Ende März/Anfang April, erfolgen. Eine zweite Gabe ist nach dem Anleiten des Hopfens möglich. Bei Anwendung von Kalkstickstoff muss dieser vor Austrieb des Hopfens vorzugsweise zum Herbstschnitt gegeben werden.

Organische Düngung

Hopfen gehört zu den humuszehrenden Kulturen und ist hinsichtlich des Humusabbaus mit Hackfrüchten vergleichbar.

Düngungsempfehlungen:

- im Abstand von zwei bis drei Jahren Stallmist 300 dt/ha oder
- Kompost auch mit Hopfenabfällen 250 bis 300 dt/ha;
- bei Gülleausbringung 40 m/ha im Jahr nicht überschreiten.

Bei der Düngeerausbringung sind die Grundregeln zur Düngung nach „Guter fachlicher Praxis“ (Düngeverordnung) einzuhalten. Zwischenfruchtanbau dient neben dem Zweck der Gründüngung dem Erosionsschutz und der Verminderung der Nitratverlagerung.

In diesem Zusammenhang sind Einsaaten von Winterroggen (150 bis 180 kg/ha) Ende Mai oder Raps und Senf (12 bis 15 kg/ha) Mitte bis Ende Juni zu empfehlen. Bei großen Anlagen ist es günstig, einen Teil durch Örettich zu ersetzen, der im Winter abfriert und eine dichte Mulchschicht bildet. Hierdurch kann eine Arbeitsspitze beim Unterbringen der Grünmasse im Mai des Folgejahres vermieden werden.

Mikronährstoffdüngung

Von den Mikronährstoffen kommt dem Zink im Stoffwechsel des Hopfens eine besondere Rolle zu. Ist die Zn-Aufnahme nicht optimal, kann es zur so genannten „Kräuselkrankheit“

kommen. Diese Situation ist u. a. bei hohen pH-Werten, aber auch bei sehr hohen P-Gehalten des Bodens zu erwarten. Dabei verliert der Hopfen an Wuchsfreudigkeit, die Anzahl der Blütenansätze verringert sich bis zur völligen Unfruchtbarkeit. Scharf gezähnte, kleine Blätter und ein schütterer Habitus vermitteln ein brennnesselartiges Aussehen. Eine Minderung der Kräuselkrankheit kann durch drei bis fünf Spritzungen mit Zinksulfat in einer Konzentration von 0,1 bis 0,15 % oder mit Zinkchelat (z. B. Folicin Zink oder Librel Zink) in einer Konzentration von 0,05 % in der Zeitspanne vom Anleiten bis zur Blüte erreicht werden.

3.3 Pflanzenschutz

3.3.1 Schadschwellenbezogene Bekämpfung von Pilzkrankheiten

Pilzliche Hauptschaderreger sind Falscher und Echter Mehltau. In feuchten, kühlen Jahren ist die Rotspitzigkeit des Hopfens (*Botrytis cinerea* Pers.) möglich. Das Auftreten der "Hopfenwelke", verursacht durch *Verticillium albo-atrum* und *Verticillium dahliae*, ist im Elbe-Saale-Anbaugebiet sehr selten. Häufiger kommt Hopfenwelke vor, welche durch *Fusarium*-Erreger, als Folge mechanischer Beschädigungen oder Düngerverätzungen der Reben, verursacht wird.

Falscher Mehltau (*Pseudoperonospora humuli*)

Primärinfektion:

Vorbeugende (integrierte) Maßnahmen:

Dazu gehören Frühjahrsschnitt, Entfernen befallener Boden- und Seitentriebe, frühes Anleiten (um Bodenkontakt der Reben zu vermeiden) und zeitiges Anpflügen.

Direkte Maßnahmen:

Der Bekämpfungsrichtwert ist erreicht, wenn befallene Triebe (Bubiköpfe) vorhanden sind. Die Bekämpfung kann durch einmalige Anwendung des Gießmittels Fonganil Gold bei Austrieb des Hopfens oder durch die Behandlung mit dem systemischen Fungizid Aliette im Bandspritzverfahren erfolgen.

Mittelkosten:

einmalige Gießanwendung von Fonganil Gold	177 €/ha
oder zweimaliges Spritzen mit Aliette	100 €/ha

Sekundärinfektion:

Die Bekämpfung erfolgt nach Warnaufruf auf der Grundlage eines Prognosesystems ab Anfang Mai.

- Warnung ohne Infektion im Bestand: Einsatz von Kontaktfungiziden z. B. kupferoxychloridhaltige Präparate (Funguran) oder organische Fungizide (Delan WG 700, Folpan WDG)
- Warnung bei Infektion im Bestand: Einsatz systemischer und teilsystemischer Fungizide, wie Forum, Aliette, Ridomil Gold Combi und Ortiva.

Eine obligatorische Spritzung mit Kontaktfungiziden ist auch ohne Warnung Anfang August zur Zapfenbildung durchzuführen.

Mittelkosten:

- je eine Spritzung mit Funguran 43 €/ha
- Delan WG 700 70 €/ha
- Forum 78 €/ha

Die Fungizidkosten zur Bekämpfung der Peronospora betragen insgesamt entsprechend der eingesetzten Präparate 291 bis 368 €/ha.

Echter Mehltau (*Sphaerotheca humuli*)

Vorbeugende Maßnahmen:

- wendende Bodenbearbeitung
- frühes Ausputzen
- Unkrautbekämpfung
- nach der Ernte sorgfältiges Entfernen aller Rebenreste aus der Anlage
- intensive Bestandesüberwachung ab Entwicklungsstadium 35 (50 % der Gerüsthöhe erreicht)
- Prophylaktische Spritzungen mit Netzschwefel sind empfehlenswert.

Direkte Maßnahmen:

Der Bekämpfungsrichtwert ist erreicht, wenn erste Mehlauflecken auf der Blattoberseite sichtbar werden. Der Einsatz von Spezialfungiziden erfolgt mindestens zweimal im Abstand von 10 Tagen. Bei erneuter Infektion sind die Behandlungen fortzusetzen.

In Erprobung ist ein Prognosemodell zur Bekämpfung des Echten Mehltaus auf der Grundlage von gemessenen Wetterdaten. Das Modell basiert auf aktuellen Forschungsergebnissen und Untersuchungen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft. Dieses Modell wurde im Anbaubereich Elbe-Saale erstmals im Jahr 2005 von der TLL überprüft. Die Grundlage für die PC-gestützte Auswertung (Software der Firma TOSS) bilden die von den Wetterstationen gelieferten Daten wie Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheinintensität. Da in den letzten Jahren im Anbaubereich Elbe-Saale kein Mehlaufbefall auftrat, wird das Modell weiter geprüft.

Mittelkosten:

- einmal Sythane 20 EW 62 €/ha
- einmal Fortress 36 €/ha
- einmal Flint 193 €/ha

Die Gesamtkosten schwanken je nach Befallsdruck zwischen 98 €/ha und 291 €/ha.

3.3.2 Schadschwellenbezogene Bekämpfung tierischer Schaderreger

Die Hauptschaderreger sind die Hopfenblattlaus, Gemeine Spinnmilbe und Luzernerüßler. Gelegentlich treten die Larven einiger Eulenarten (Graswurzeleule, Wintersaateule, Flohkrauteule, Kohleule), der Grauen Wiesenhaarmücke sowie Drahtwürmer und Engerlinge schädigend auf. Wirtschaftlich bedeutungslos sind Hopfenerdfloh, Schattenwickler und Hopfengallmücke.

Hopfenblattlaus (Phorodon humuli)

Die Hopfenblattlaus ist der wirtschaftlich bedeutendste Schaderreger im Hopfen. Unzureichende Bekämpfungsmaßnahmen haben Ertragsverluste und Qualitätsminderungen zur Folge. Um eine rechtzeitige Bekämpfung zu gewährleisten, werden ab Mitte Mai Gelbschalen zur Kontrolle des Zuflugbeginns und der -stärke aufgestellt und wöchentlich ausgewertet. Der in Tabelle 7 dargestellte Bekämpfungsrichtwert ist vom Entwicklungsstadium des Hopfens abhängig.

Tabelle 7: Bekämpfungsrichtwert für Hopfenblattlaus

Kontrolltermin	Entw.-Stadien des Hopfens	Bekämpfungsrichtwert
Vor der Blüte	35 - 60	50 Läuse/Blatt oder max. 200 Läuse auf einzelnen Blättern
Ab Blühbeginn	61	Bei Wiederbefall von Blattläusen

Bei Erreichen des Bekämpfungswertes, jedoch spätestens vor der Vollblüte, ist die erste Spritzung mit einem für die Indikation Hopfen zugelassenen Insektizid durchzuführen. Für eine erfolgreiche Blattlausbekämpfung sind die Mittel Confidor WG 70 und Plenum 50 WG zugelassen. Die Forderung der Brauer nach absolut blattlausfreiem Hopfen verhindert eine Toleranzschwelle für Blattlausbesatz im Erntegut, deshalb muss der Hopfen ab Beginn der Zapfenbildung blattlausfrei sein. Um bei Spätverlausung Kontaminierung von Pflanzenschutzmittel im Erntegut zu verhindern sind die Wartezeiten streng einzuhalten.

Mittelkosten:

einmaliges Spritzen mit Confidor WG 70	79 €/ha
zweimaliges Spritzen mit Plenum 50 WG	190 €/ha
je eine Spritzung mit Plenum und Confidor	174 €/ha.

Die Gesamtkosten betragen im günstigsten Falle 79 €/ha, beizeitigem Blattlausbefall 190 €/ha.

Gemeine Spinnmilbe (Tetranychus urticae) (Trivialname: "Rote Spinne")

Die Bestandesüberwachung wird ab Mitte Juni, bei trockener warmer Witterung ab Mitte Mai durchgeführt. Der Befall beginnt an den Pflanzen von unten nach oben und im Bestand von außen nach innen.

Als vorbeugende Bekämpfungsmaßnahme sollten am Rand der Anlage vorhandene Brennneseln abgemäht werden, da von diesen häufig der Befall ausgeht. Die gezielte Bekämpfung der Spinnmilben erfolgt nach einem Bekämpfungsschwellenmodell, für dessen erfolgreiche Nutzung folgende Voraussetzungen erforderlich sind:

- zweifache Kontrolle, Ermittlung des Befallsindex an mindestens 20 Einzelblättern (je ha sind 20 Blätter zu entnehmen);
- erste Kontrolle etwa Mitte Juni;
- zweite Kontrolle im Juli, möglichst in der zweiten Julihälfte.

Der Befallsindex sowie das Bekämpfungsschwellenmodell werden in Tabelle 8 und Abbildung 1 dargestellt.

Tabelle 8: Befallsindex = Anzahl lebender Spinnmilben plus Eizahl pro bonitiertem Blatt

Befallsindex											
0		1		2		3		4		5	
Tiere	Eier	Tiere	Eier	Tiere	Eier	Tiere	Eier	Tiere	Eier	Tiere	Eier
o		oo	X	o	XX	o	XXX				
		1-9									
		1-9	X	1-9	XX	1-9	XXX				
				10-49		10-49	XX				
				10-49	X	10-49	XXX				
						50-99					
						50-99	X				
						50-99	XX				
								50-99	XXX		
								100-999			
								100-999	X		
								100-999	XX		
										100-999	XXX
										>1000	

Eier: X = einige, < 30 XX = viele, 30-300 XXX = sehr viele, > 300

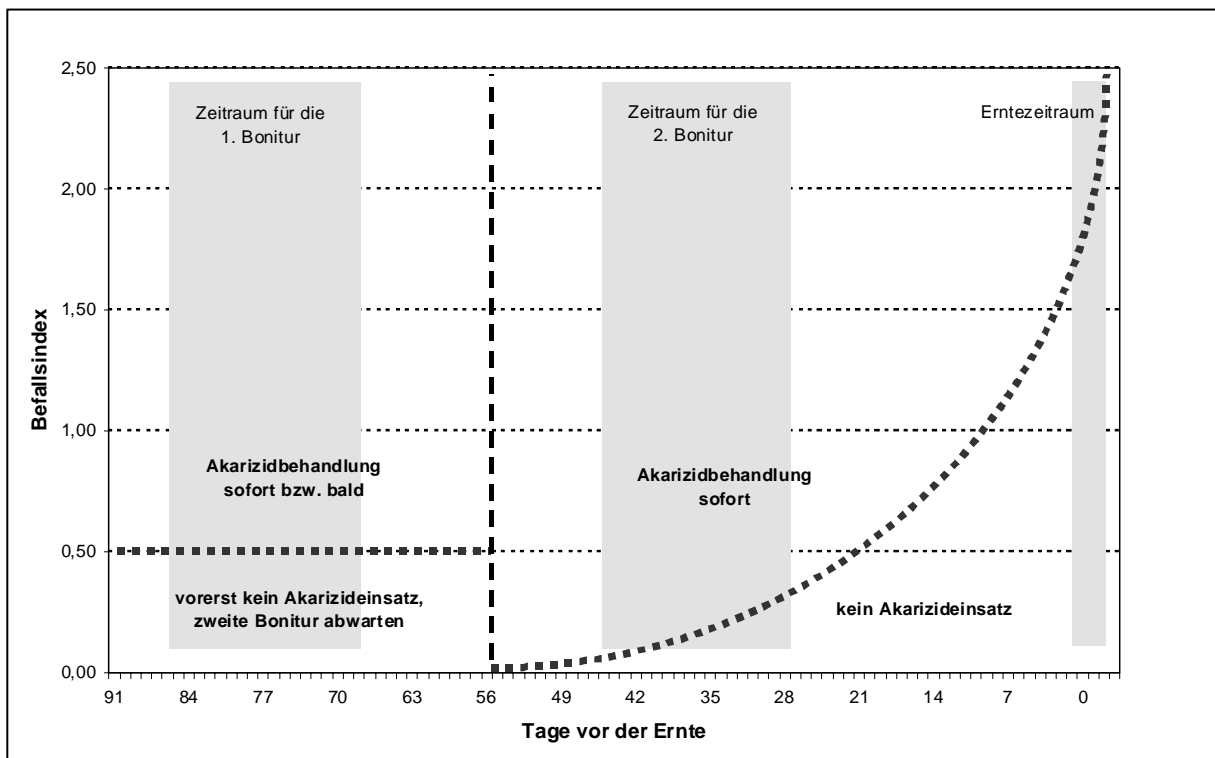


Abbildung 1: Bekämpfungsschwellenmodell für die Gemeine Spinnmilbe im Hopfen

Bei der Ausbringung der zugelassenen Spezialakarizide (Vertimec, Ordoval, Kiron) ist auf eine optimale Benetzung der Pflanzen zu achten, d. h. es muss mit hohen Wasseraufwandmengen appliziert werden. Für eine Dauerwirkung sind neben hohen Brüheaufwandmengen Temperaturen von mindestens 22 °C bei der Spritzung erforderlich. Bei der Mittelwahl sind genaue Kenntnisse über die Wirkungsweise des eingesetzten Akarizides notwendig, da nicht von jedem Mittel alle Entwicklungsstadien der Spinnmilben erfasst werden.

Mittelkosten:

einmalige Spritzung von Vertimec + LI700	216 €/ha
oder einmal Ordoval und einmal Vertimec	396 €/ha
oder einmal Kiron und einmal Vertimec	502 €/ha.

Die Gesamtkosten zur Bekämpfung der Gemeinen Spinnmilbe betragen 216 €/ha bis max. 502 €/ha.

Luzernerüssler (*Otiorrhynchus ligustici*) (Synonym: Liebstöckelrüssler)

Schäden am Hopfen entstehen durch unterirdischen Larvenfraß im Stock und Käferfraß am austreibenden Hopfen im Frühjahr. Signalisation des Käferauftretens:

- ab März tägliche Messung der Bodentemperatur in 10 cm Tiefe in Befallsanlagen,
- bei 50 °C und darüber Kontrolle auf Käferbesatz in der obersten Bodenschicht.

Der Bekämpfungsrichtwert ist erreicht, wenn ein Käfer pro drei Stöcke zu finden ist. Temperaturen von 20 °C sind eine wichtige Voraussetzung für den optimalen Bekämpfungserfolg, deshalb sind die Mittagsstunden zu nutzen!

Bei starkem Rüsslerbefall ist die Gießbehandlung mit Tamaron [in den letzten Jahren Genehmigung nach §11(2)] dem Bandspritzverfahren mit Karate Zeon vorzuziehen, weil auch die Käfer erfasst werden, die sich zum Zeitpunkt der Spritzung nicht an der Bodenoberfläche befinden. Bei Auffinden frischer Fraßspuren ist die Behandlung zu wiederholen.

Mittelkosten:

einmal Gießen mit Tamaron	49 €/ha
zweimal Spritzen mit Karate Zeon	76 €/ha

Die Kosten betragen je nach Befall 49 €/ha bis 87 €/ha (1 x Tamaron + 1 x Karate Zeon).

3.3.3 Virosen

Viruskrankheiten im Hopfen sind weit verbreitet. Sie können je nach Virusart in unterschiedlichem Maße Ertrag und Alphasäuregehalt mindern. Die Übertragung erfolgt durch Blattläuse, Nematoden, Pollen und Samen oder mechanisch durch Bodenbearbeitungsgeräte.

Wichtige Virosen und ihre Erreger:

- Ring- und Bandmosaik, hervorgerufen durch Nekrotisches Ringfleckenvirus der Kirsche (PNRV), Schadbild im Juni gelbgrüne Ringe und Bänder auf den Blättern;
- Apfelmosaik, hervorgerufen durch Apfel- und Rosenmosaikvirus (ApMV), auch als Nekrotisches Kräuselmosaik bezeichnet, ist am weitesten verbreitet;
- Blattrissfleckigkeit, hervorgerufen durch Arabismosaikvirus;
- Hopfenmosaikvirus;
- Latentes Hopfenvirus;
- Amerikanisches latentes Hopfenvirus.

Ring- und Apfelmosaikviren gelten als bereinigungswürdig. Bereits verseuchte Bestände können nicht virusfrei gemacht werden. Deshalb sollte für Neuauspflanzungen nur virusfreies (frei von PNRV und ApMV) Pflanzgut aus anerkannten Vermehrungsbetrieben zur Anwendung kommen. Für den Fechserbedarf des Anbaubereiches Elbe-Saale kann virusfreies Pflanzmaterial

vom Jungpflanzen-Spezialbetrieb Obstbaugemeinschaft Görnitz, Grosser und Schulz GbR bezogen werden. Bei Neupflanzung auf Hopfenrodungsflächen ist mindestens ein Jahr Zwischennutzung mit anderen Feldkulturen zu empfehlen.

3.3.4 Unkrautbekämpfung und Hopfenputzen

Die mechanische Unkrautbekämpfung ist in Ertragsanlagen ausreichend. Für Betriebe, die nach der Richtlinie für den kontrollierten, integrierten Anbau von Hopfen arbeiten, ist der Einsatz von Herbiziden verboten, außer Reglone zum chemischen Ausputzen.

Das Hopfenputzen (Entfernen überflüssiger Triebe und Blätter) verfolgt drei Ziele:

- Ausschaltung der Nährstoffkonkurrenz durch überzählige Triebe,
- Pflanzenhygiene durch Beseitigen der unteren Blätter und des Nachaustriebes als Träger des Echten Mehltaus und der Gemeinen Spinnmilbe,
- Ernteerleichterung durch Entblättern des untersten Rebenteiles.

Zur chemischen Austriebsbeseitigung im Hopfen ist nur noch das Präparat Reglone zur einmaligen Anwendung ab 1. Juli zugelassen. Für die Austriebsbeseitigung vor dem 1. Juli stehen zzt. nur die N-Dünger schwefelsaures Ammoniak und AHL zur Verfügung. Der in den Spritzlösungen enthaltene Stickstoff ist voll düngewirksam und muss bei der Düngung berücksichtigt werden.

3.4 Bodenbearbeitung und Pflege

Bei Hopfen als Reihenkultur besteht die Gefahr der Bodenverdichtung durch Befahren der zwischenreihigen Fahrspuren. Der kombinierte Einsatz von Bodenbearbeitungsgeräten wirkt dem entgegen und dient außerdem der Unkrautbekämpfung und der Pflege des Stockes. Hopfen wird zzt. nach zwei Produktionsverfahren angebaut.

Traditionelles Verfahren:

- Abackern der angehäufelten Reihen (Bifänge) kombiniert mit zwischenreihiger Bearbeitung mittels Scheibenegge im Herbst als Voraussetzung für den Hopfenschnitt (Zurücksetzen des Stockes),
- im Anbaugebiet Elbe-Saale wird sowohl Herbstschnitt als auch Frühjahrsschnitt aus arbeitswirtschaftlichen Gründen durchgeführt,
- Nachteil des Herbstschnittes: Gefahr der Auswinterung, Schwächung des Stockes möglich,
- Anbringen des Aufleitmaterials im Frühjahr, je Pflanze zwei Drähte. Im Anbaugebiet Elbe-Saale werden ausschließlich vorgefertigte Drähte mit Bindfadenschlaufen verwendet,
- Anleiten von je 2 bis 3 Reben/Draht, überflüssige Reben werden per Hand beseitigt (ausgeputzt),
- 1. Zupflügen der Bifänge kombiniert mit zwischenreihiger Lockerung,
- Ausputzen per Hand oder mit N-haltigen Spritzlösungen (AHL oder schwefelsaures Ammoniak),
- 2. Zupflügen kombiniert mit zwischenreihiger Lockerung,
- 3 bis 4malige Lockerung der Zwischenreihen mittels Grubber oder Egge.

Integriertes Verfahren (Verfahren der reduzierten Bodenbearbeitung mit Untersaat):

- Abackern der Bifänge im Herbst oder Frühjahr,
- Frühjahrsschnitt,
- Anbringen des Aufleitmaterials unter Verwendung vorgefertigter Drähte mit Bindfadenschlaufe,
- Mulchen der Gründung,

- Einsatz des Putzkreisels zur Zentrierung des Stockes und Lockerung der Bifänge,
- Anleiten wie beim „Traditionellen Verfahren“ beschrieben,
- Zupflügen der Bifänge und Grubbern,
- das Ausputzen wie beim traditionellen Verfahren per Hand oder durch den Einsatz N-haltiger Lösungen,
- Einsaat der Gründüngung Mitte bis Ende Juli.

Die Kosten des integrierten Verfahrens sind nicht niedriger als beim traditionellen Verfahren, jedoch wird eine Schonung der Bodenstruktur, des Bodenwassers, die Förderung des Bodenlebens und eine Verhinderung der Erosion erreicht.

3.5 Zusatzbewässerung

Für einen stabilen Ertrag macht sich unter den meisten Anbaubedingungen Thüringens die Zusatzbewässerung erforderlich. Bei längeren Trockenperioden von Mitte Juni bis Mitte August ist mit einem Zusatzwasseraufwand von 80 bis 100 mm zu rechnen.

Die Bewässerung kann mit einem Düsenwagen erfolgen, der mittels Rohrtrommelberegnungsmaschine durch die Anlage gezogen wird. Immer mehr setzt sich die wasser- und energiesparende Tropfbewässerung durch, die jedoch höhere Anforderungen an die Wasserqualität stellt (keine Fremdstoffe) und höhere Anlagenkosten verursacht. Aufgrund der jährlich durchzuführenden Pflegearbeiten im Hopfen, wie Abackern im Herbst, Schneiden, Drahhängen und Zupflügen im Frühjahr müssen die auf dem Bifang verlegten Tropfschläuche im Herbst eingerollt und im Frühjahr neu verlegt werden. Um das arbeitsaufwändige Verlegen der Tropfschläuche zu vermeiden, prüft die TLL eine andere Technologie der Tropfschlauchverlegung geprüft. Bei diesem Verfahren wird über der Hopfenreihe am Gerüst ein zusätzlicher Laufdraht angebracht, an dem der Tropfschlauch befestigt ist und mehrere Jahre in der Anlage verbleiben kann. Durchschnittlich kann bei den im Anbauggebiet Elbe-Saale angebauten Sorten durch Bewässerung mit einem Mehrertrag von 2 bis 3 dt/ha gerechnet werden. Bei der Sorte *Perle* erhöhte sich in mehrjährigen Untersuchungen neben der Steigerung des Trockenhopfenertrages auch der Alphasäuregehalt.

3.6 Ernte, Trocknung, Nachbehandlung und Kompaktierung

Die Anforderungen an das Erntegut hinsichtlich Wassergehalt, Blatt- und Stängelanteil, lose Doldenblätter und Hopfenabfall, sowie an kranken, befallenen und beschädigten Dolden sind im Pflichtenheft zur Durchführung der Qualitätsfeststellung bei Hopfen in einer Qualitätstabelle für deutschen Siegelhopfen aufgeführt. Diese ist Vertragsbestandteil des „Hopfenlieferungsvertrages Deutscher Siegelhopfen“ vom August 2003, in dem alle Vertragsbestimmungen zwischen Erzeuger und Handelsfirma festgelegt sind. Sie enthält ein Bonus-Malussystem für alle Qualitätsmerkmale und wurde mehrmals überarbeitet (Fassung 1999 und 2003). Die Abrechnung der bis 2002 abgeschlossenen Verträge bzw. Freihopfen erfolgen nach der Fassung von 1999, ab 2003 gilt die Fassung von 2003 als Bewertungsgrundlage.

Die wichtigsten Faktoren für das Erreichen hoher Erträge und bester Qualitäten (Bitterstoffgehalte) sind sortengerechte Erntezeiten (Tab. 9), verlustarme Pflücke und schonende Trocknung.

Tabelle 9: Optimale Erntezeiträume der wichtigsten Sorten

Bittersorten	Erntezeitraum	Aromasorten	Erntezeitraum
<i>Northern Brewer</i>	28.08. - 18.09	<i>Perle</i>	02.09. - 13.09.
<i>Hallertauer Magnum</i>	02.09. - 20.09.	<i>Saphir</i>	02.09. - 13.09.
<i>Hallertauer Merkur</i>	02.09. - 20.09.	<i>Opal</i>	02.09. - 13.09.
<i>Hallertauer Taurus</i>	06.09. - 20.09.	<i>Smaragd</i>	08.09. - 20.09
<i>Herkules</i>	08.09. - 20.09.		
<i>Nugget</i>	12.09. - 20.09.		

Erntetechnik

Die Ernte erfolgt mit Rebenabreißgerät und Ladewagen, die Pflücke wird ausschließlich an stationären Hopfenpflückmaschinen durchgeführt. Zur Erzeugung eines blatt- und stängelarmen Erntegutes sind folgende Faktoren zu beachten:

- Optimale Einstellung der Pflückmaschine (Drehzahlregulierung und Abstand der Pflücktrommeln in Abhängigkeit von Habitus und Reife),
- Regelmäßige Säuberung der Pflücktrommeln und der Saugwindreinigung,
- Anpassung der Reinigung an Sorte und Witterungsverhältnisse, z. B. Ernte an Regentagen.

Trocknung

Zweckmäßig ist ein zwischen Pflückmaschine und Bandtrockner eingefügter Vorratsbehälter für Grünhopfen, um die kontinuierliche Beschickung des Bandtrockners zu gewährleisten. Die optimale Trocknung als Voraussetzung für das Erreichen guter Bitterwerte erfordert:

- Maximale Trocknungstemperatur: 62 °C,
- Herabtrocknung des Erntegutes auf 8 bis 9 % Wassergehalt um auch die Trocknung der Doldenspindeln zu gewährleisten,
- Regelmäßige Kontrolle auf Nesterbildung während der Trocknung,
- Kontrolle des Feuchtegehaltes beim Verlassen des Bandtrockners.

Das mittlere Grün- zu Trockenverhältnis beträgt 4,5:1. Auf das Hopfentrocknen mit Öl oder Gas entfallen 40 % des gesamten Energieaufwandes der Hopfenproduktion.

Konditionierung

Nach der Qualitätstabelle für deutschen Siegelhopfen gilt Hopfen mit einem Wassergehalt zwischen 9 und 11 % (EBC-Methode) als sackreif.

Der getrocknete Hopfen gelangt nach dem Bandtrockner in eine Klimakammer, in welcher er entsprechend den Witterungsbedingungen durch Behandlung mit Umluft, Raumluft oder Außenluft auf die erforderlichen 9 bis 11 % Wassergehalt befeuchtet wird.

Verpackung

Für das Hopfenpressen werden im Anbaugebiet Elbe-Saale ausschließlich Hopfenpressen vom Typ RB 60 eingesetzt. Der Füll- und Pressvorgang verläuft vollautomatisch. Gepresst werden stapelfähige Rechteckballen mit den Abmaßen 60 x 60 x 120 und einem durchschnittlichen Gewicht von 60 kg.

Vorteile der Kompaktierung in der neuen Verpackungsform:

- Verringerung des Aufwandes für die Lagerung und den Transport (bessere Lagerraumauslastung durch Stapelfähigkeit, Arbeitserleichterung durch Einsatz von Stapler oder Frontlader),
- Homogenisierung der Partien hinsichtlich des Feuchtegehaltes und der Bitterstoffe
- Einsparung von Verpackungsmaterial,
- Erhaltung der Qualitätsparameter,
- Verringerung der Würzeverluste und verbesserte Bitterstoffausbeute beim Einsatz in der Brauerei,
- Ausgangsform für CO₂-Extraktion.

4 Verfahrensbewertung

Der wirtschaftlich optimale Umfang der Hopfenfläche je Betrieb liegt bei 40 ha, um die Ausnutzung einer Erntetechnikeinheit (Pflückmaschine und Bandtrockner) zu gewährleisten.

Zur Errechnung der Marktleistung wurde ein Vertragspreis von 161 €/Ztr. bei einem Alphasäuregehalt von 14 % für die zzt. hauptsächlich angebaute Sorte *Hallertauer Magnum* mit einem Anteil von 60 % gebundener Ware zugrunde gelegt. Zusammen mit dem angesetzten mittlerem Freihopfenpreis von 171 €/Ztr. ergibt sich ein Durchschnittspreis von 165 €/Ztr.

Die betriebswirtschaftliche Bewertung in der Tabelle 10 erfolgt für niedriges, mittleres und hohes Ertragsniveau (17, 20 und 22 dt/ha). Ursachen für die Ertragsdifferenzierung sind Jahres- und Standorteinflüsse, insbesondere die Wasserversorgung, sowie die Produktionstechnik.

Die Umsetzung der im Abschnitt 3 beschriebenen Maßnahmen führt zu nachfolgenden Aufwendungen, welche nur teilweise unmittelbar ertragsabhängig sind.

An Direktkosten (Pflanzgut, Dünge- und PSM, Aufleitdraht, Heizöl u. a.) fallen 2 160 €/ha bei 17 dt/ha und 2 380 €/ha bei 22 dt/ha an. Sie erreichen einen Anteil von 34 bis 35 % an den Gesamtkosten. Eine jährliche Neupflanzung auf mindestens 10 % mit effizienten Sorten (*Hallertauer Magnum* oder *Herkules*) sichert die Ertragsstabilität.

Die Ermittlung der Düngerkosten erfolgt auf der Basis des Entzuges an Makronährstoffen und ihrer aktuellen Preise in ortsüblichen Mineraldüngemitteln. Schlagkonkrete Düngermengenbemessung berücksichtigt N_{min}- und Nährstoffuntersuchungen im Boden. Auf Flächen ohne Restpflanzenausbringung findet organische Düngung (Stallmist) im dreijährigen Turnus statt. Die Aufwendungen für den Pflanzenschutz entsprechen den zurzeit zugelassenen PSM und der Befallssituation im Anbaubereich. Im Mittel der Jahre ist mit nachfolgenden Behandlungsfaktoren (BF) zu rechnen:

- | | |
|---------------------------------|-----|
| • Peronospora Primärinfektion | 2,0 |
| • Peronospora Sekundärinfektion | 2,5 |
| • Echter Mehltau | 1,5 |
| • Blattläuse | 1,5 |
| • Spinnmilben | 1,5 |
| • Luzernerüßler | 2,0 |
| • Ausputzen | 1,0 |

Durch maximalen Mitteleinsatz in Tankmischungen reichen sechs Durchfahrten für deren Applikation aus, wobei gezielter Einsatz Vorrang vor eingesparten Arbeitserledigungskosten hat. Pflanzenschutzmittel schlagen mit rd. 900 €/ha als größte Direktkostenposition zu Buche.

Der Verbrauch an Heizöl (25 l/Ztr. Trockenware) und Elektroenergie steigt ertragsproportional von 420 €/ha bei 17 dt/ha auf 540 €/ha bei 22 dt/ha.

Den größten Kostenblock bilden die Arbeitserledigungskosten (Personal, Betriebsstoffe, Unterhaltung und AfA für Maschinen).

In die Kalkulation der variablen Maschinenkosten, des Arbeitszeitbedarfes und der AfA fließen Ergebnisse des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), der Datensammlung für die Betriebsplanung im Hopfenbau der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Erhebungen in Referenzbetrieben sowie eigene Erfahrungen ein. Die Unterlagen können bei den Autoren und im AINFO (<http://www.tll.de/ainfo> unter Schlagworte Richtwerte) eingesehen werden.

Die Arbeitserledigung kostet (ohne Gebäude und Gerüste) rd. 2 970 €/ha bei 17 dt/ha und rd. 3 040 €/ha bei 22 dt/ha (Tab. 10). Damit liegt dieser Aufwand erheblich über den Direktkosten.

Die Personalkosten resultieren bei 40 ha Hopfenfläche aus 1,7 Fachkräften (rd. 75 AKh/ha) 8,22 €/AKh (zzgl. 50 % Lohnnebenkosten) und anteilig Saisonarbeitskräften (rd. 125 AKh/ha) mit 5 €/AKh (zzgl. 20 % Lohnnebenkosten). In den Personalkosten sind Regiezeiten (Zuschläge) zur Umsetzung der Arbeitsgangfolgen in den Kampagne- und Jahresablauf enthalten (witterungs- und vegetationsbedingte Ausfallzeiten).

Der Aufwand für Leitungs- und Verwaltungsaufgaben (Betriebs- und Bereichsebene) kommt mit einem Zuschlag von 40 % zur Primärproduktion in Ansatz. Wegen des sehr personalintensiven Produktionsverfahrens (rd. 1 610 bis 1 650 €/ha) fällt der Betrag mit rd. 650 bis 660 €/ha relativ hoch aus.

Für den wirtschaftlichen Erfolg ist die Beschaffung von motivierten, leistungsfähigen und disponibel verfügbaren Handarbeitskräften mit moderatem Lohnanspruch für die Pflege- und Erntekampagne entscheidend. Dabei bewährt sich deren Bezahlung nach Leistung (z. B. Euro pro angeleiteten Stock).

Die Hopfenproduktion mit Maschinen und Anlagen zu Wiederbeschaffungspreisen bindet 11 00 bis 11 700 €/ha Sachanlagevermögen. Daran hat die stationäre Pflück- und Trocknungsanlage mit 7 650 €/ha zwei Drittel Anteil.

Das Gebäude für letztere sowie die Spannbetongerüstanlagen erfordern zu den gleichen Konditionen nochmals rd. 5 200 bzw. 10 000 €/ha Investitionssumme.

Daraus resultieren erhebliche Fixkostenbelastungen, die nur mit hohen Erträgen, straffem Produktionsregime und guten Erzeugerpreisen zu tragen sind.

Der Beitrag zum Betriebsergebnis erhöht sich mit angepasstem Spezialaufwand durch zunehmenden Ertrag bzw. Markterlös und sinkende Festkosten sowie ertragsunabhängige Spezial- (Pflanzgut, PSM, Aufleitdraht), Maschinenunterhaltungs-, DK- und Personalkosten. Wegen der ertragsproportional notwendigen Steigerung des Betriebsmitteleinsatzes (u. a. Mineraldünger, Heizöl) und der unterstellten bodenbonitätsabhängigen Pacht aufwendungen folgt die Verbesserung des Betriebsergebnisses der Umsatzsteigerung nur anteilig.

Im Interesse höchster Wirtschaftlichkeit sind alle produktionstechnischen Maßnahmen, die einen relativ gleich bleibenden Aufwand verursachen, in guter Qualität und termingerecht durchzuführen. Dadurch kann der standort- und jahreswitterungsabhängige Grundertrag auf hohem Niveau realisiert sowie Qualitätsware gesichert werden.

Hopfen leistet mit einem Erzeugerpreis von 165 €/Ztr. bei 22 dt/ha einen positiven Beitrag von rd. 505 €/ha zum prämienfreien Betriebsergebnis (Tab. 10). Bei niedrigem Ertrag (17 dt/ha) fehlen rd. 785 €/ha zur Kostendeckung während bei mittlerem (20 dt/ha) gerade ein ausgeglichenes Ergebnis erzielt wird. Selbst gut wirtschaftende Betriebe auf den besten Standorten kommen bei dem unterstellten Preisgefüge nicht ohne Direktzahlungen aus, weil mit dem im Vergleich zur Druschfruchtproduktion relativ hohen Beitrag zum Betriebsergebnis eine angemessene Kapitalverzinsung (u. a. Buchwert Sachanlagevermögen 27 000 €/ha) nicht möglich ist.

Bei mittlerem Ertrag ergibt sich mit Berücksichtigung der Ackerflächenprämie (322 €/ha) als die dem Verfahren zustehende Komponente der Betriebsprämie sowie der zzt. noch gewährten KULAP-Prämie (250 €/ha) ein positiver Beitrag zum Betriebsergebnis von rd. 580 €/ha.

Betriebe mit niedrigem Ertrag erwirtschaften auch mit den gegenwärtigen Flächenzahlungen nur einen Teil der Abschreibungen.

Tabelle 10: Richtwerte für Leistungen und Kosten der Hopfenproduktion bei drei Intensitätsstufen (nachhaltige Produktion)

Position	ME	Ertragsniveau (dt/ha)					
		17	20	22			
Leistungen	Marktware Absatz	€/dt	330	330	330		
		dt/ha	17	20	22		
		€/ha	5610	6600	7260		
	Summe Umsatz	dt/ha	17	20	22		
		€/ha	5610	6600	7260		
Direktkosten	Pflanzgut	€/ha	278	278	278		
	Düngemittel	€/ha	113	140	158		
	Pflanzenschutzmittel	€/ha	896	896	896		
	Aufleitdraht	€/ha	222	222	222		
	Heizöl	€/ha	340	400	440		
	Strom	€/ha	82	92	98		
	Hagelversicherung	€/ha	196	231	254		
	Sonstiges	€/ha	30	33	35		
	Summe	€/ha	2158	2292	2381		
Arbeits erledigungskosten	Unterhaltung Maschinen	€/ha	450	457	464		
	Kraft- u. Schmierstoffe	l/ha	287	288	290		
	Kraft- u. Schmierstoffe	€/l	0,85				
		€/ha	244	245	246		
	Maschinenvermögen	€/ha	11610	11648	11687		
	Schlepperleistungsbesatz	kW/ha	2,94	2,95	2,97		
	AfA Maschinen	€/ha	666	669	672		
	Arbeitszeitbedarf ständige Fachkräfte	AKh/ha	68	70	71		
	Arbeitszeitbedarf Hilfs- u. Saisonkräfte	AKh/ha	123	124	125		
	Arbeitszeitbedarf nicht termingebunden	AKh/ha	2,5	2,5	2,5		
	Pers.kost. Fachkr.	8,22€/h Nebenk. 50%	€/ha	874	889	904	
	Pers.kost. Hilfskr.	5,00€/h Nebenk. 20%	€/ha	739	744	750	
	Lohnarbeit	€/ha	0	0	0		
	Summe	€/ha	2973	3003	3035		
Leitung u. Verw. (Personalk.)	Anteil an Produktion	40%	€/ha	645	653	661	
Arbeitsl. incl. L+V	Summe	€/ha	3619	3656	3697		
Kosten für Zahlungsansprüche		€/ha					
Gerüstkosten	Vermögen	10059 €/ha Norm	reduz.	€/ha	10059	10059	10059
	Unterhaltung	101 €/ha	1,0% 0,5%	€/ha	101	101	101
	AfA	201 €/ha	2,0% 0,5%	€/ha	201	201	201
	Summe			€/ha	302	302	302
Gebäudekosten	Vermögen	5192 €/ha Norm	reduz.	€/ha	5192	5192	5192
	Unterhaltung	26 €/ha	0,5% 0,25%	€/ha	26	26	26
	AfA	130 €/ha	2,5% 0,50%	€/ha	130	130	130
	Summe			€/ha	156	156	156
Flächenkosten	Pacht	ha	€/BP	BP	35	45	55
		1	2,8	€/ha	98	126	154
Sonstige Kosten	Berufsgenossenschaft	€/ha	20	20	20		
	sonstiger allg. Betriebsaufwand	€/ha	45	45	45		
	Summe	€/ha	65	65	65		
Summe Kosten		€/ha	6397	6596	6754		
Beitrag zum prämienfreien Betriebsergebnis		€/ha	-787	4	506		
Flächenzahlungen		€/ha	578	578	578		
Beitrag zum Betriebsergebnis incl. Flächenzahlungen		€/ha	-209	582	1084		
Beitrag zum Betriebseinkommen		€/ha	2147	2994	3553		
Beitrag zum Cash flow I		€/ha	788	1581	2087		
Deckungsbeitrag prämienfrei		€/ha	2757	3607	4169		
Zinsansatz Sachanlagevermögen	3,5% 50% Kap.bind.	€/ha	470	471	471		
Zinsansatz Umlaufvermögen	3,5% 60% Kap.bind.	€/ha	60	63	65		