



Leitlinie

zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von

Senf

Bitte besuchen Sie uns auch im Internet:

www.tll.de/ainfo

Impressum

2. überarbeitete Auflage 2004

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

Autoren: **Dip.-Ing. agr. Torsten Graf**
Dipl.-Ing. agr. Andrea Biertümpfel
Dr. Gerd Reinhold
Dr. habil. Armin Vetter

Oktober 2004

Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Quellenangabe gestattet.

1 Verwendungsmöglichkeiten und Marktchancen

Senf wird seit Jahrhunderten in Europa als Gewürz- und Gemüsepflanze angebaut. Unter den Anbaubedingungen Mitteleuropas gedeihen im Wesentlichen Gelbsenf, Synonym Weißer Senf (*Sinapis alba*), Sareptasenf (*Brassica juncea*) und Schwarzer Senf (*Brassica nigra*). Die Körner der ersten zwei Arten werden vorwiegend für die Speisesenfherstellung (Mostrich) und als Gewürz, Schwarzer Senf auch als Heilpflanze verwendet. Den größten Anteil bei der Senfherstellung hat aus Qualitätsgründen der Gelbsenf. Für die senfverarbeitende Industrie in der Bundesrepublik Deutschland werden jährlich ca. 20 000 t Senf benötigt, der vorwiegend aus Importen aus Kanada und teilweise aus Ungarn stammt.

In den neuen Bundesländern kamen bis 1989 ca. 1 200 ha Sareptasenf und 5 000 ha Gelbsenf jährlich zum Anbau. Aktuelle Anfragen der Senfindustrie nach kontrollierten Produkten aus integriertem Anbau führten in den vergangenen Jahren zur Wiederaufnahme von Anbauversuchen sowie zu einem Pilotanbau zur Erzeugung qualitativ hochwertiger Senfsaat aus Thüringen.

Die senfverarbeitende Industrie stellt hohe Anforderungen an die Qualität der Senfsaat, die je nach Verarbeitungsverfahren (Senfmehl, Gewürz) variieren können. Generell muss die Ware dem deutschen Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz entsprechen.

Bei der Speisesenfherstellung fällt als Nebenprodukt Senföl an, das wegen seines hohen Erucasäureanteils gute Absatzchancen in der chemischen Industrie als Rohstoff für Gleit- und Schmiermittel hat. Außerdem findet es im asiatischen Raum traditionell eine breite Verwendung, u. a. als Würzmittel und in der Kosmetik.

Momentan beläuft sich der Thüringer Anbau auf ca. 50 bis 100 ha/Jahr bei einem Ertragsniveau von 10 bis 15 dt/ha. Die sich derzeit abzeichnende Trendwende hinsichtlich der Absatzsituation lässt eine Wiederbelebung des Senfanbaus realistisch erscheinen.

2 Standortanforderungen

Für den Anbau von Senf sind Böden mit optimaler Kalkversorgung (neutraler bis alkalischer Bereich) und einer guten Wasserführung, wie Lösslehme, alluviale Böden sowie Muschelkalkverwitterungsböden, besonders geeignet.

Senf benötigt für eine gute Entwicklung ein gemäßigtes Klima. Da die Pflanze relativ hohe Anforderungen an eine gleichmäßige Wasserversorgung stellt, sind mäßig feuchte Bedingungen eine wesentliche Voraussetzung für hohe Erträge.

3 Produktionstechnik

3.1 Sorten

In Deutschland gibt es ca. 50 Gelbsensorten, die sich in erucasäurefreie bzw. erucasäurehaltige Sorten unterteilen lassen. Die Wahl der Sorte muss sich an den Anforderungen der abnehmenden Hand orientieren. In den nachfolgenden Tabellen 1 und 2 sind ausgewählte, in Thüringen geprüfte Sorten hinsichtlich Ertrag, Qualität und Abreife charakterisiert.

Alle aufgeführten Sorten zeichnen sich durch eine gelbe Samenfarbe aus.

Tabelle 1: Erucasäurefreie Sorten

Sorte	Ertrag	Ölgehalt	TKG	Reife
Martigena	mittel/niedrig	niedrig	hoch	mittel
Rizo	gering bis sehr gering	niedrig	mittel bis hoch	mittel

Tabelle 2: Erucasäurehaltige Sorten

Sorte	Ertrag	Ölgehalt	TKG	Reife
Arda	mittel bis hoch	mittel	mittel bis hoch	mittel bis früh
Hohenheimer Gelb	mittel	mittel bis niedrig	hoch	mittel
Gisilba	mittel bis niedrig	mittel bis niedrig	mittel bis hoch	mittel bis früh
Mustang	mittel	hoch	hoch	spät
Signal	mittel bis niedrig	-	hoch	mittel
Zlata	mittel bis hoch	-	mittel bis hoch	mittel

3.2 Fruchtfolge

Die Vorfruchtwahl sollte vorrangig unter Berücksichtigung unkrautunterdrückender bzw. -regulierender Eigenschaften, insbesondere gegen Problemunkräuter, wie Weißer Gänsefuß, Hederich und Klettenlabkraut, erfolgen. Eine günstige Vorfrucht ist Getreide, da hier die Möglichkeit zur effektiven Unkrautbekämpfung, auch mit Scharschälflug, besteht. Senf ist wie alle Kreuziferen selbstfolgelabil. Die Anbaupause muss mindestens vier Jahre betragen. Der Anbau anderer Kreuzblütler, wie Raps, in der Fruchtfolge muss vermieden werden.

Als Vorfrucht wirkt Senf in nicht hackfruchtfähigen Fruchtfolgen mit hohem Getreideanteil, ähnlich wie Raps, positiv, da er eine gute Bodenstruktur hinterlässt und eine kombinierte Stroh-Gülle-Düngung ermöglicht. Aufgrund der Frostempfindlichkeit des Senfs spielt Durchwuchs in der Nachfrucht in der Regel keine Rolle.

3.3 Bodenbearbeitung

Nach der Getreidevorfrucht ist eine Schälfrucht sowie anschließend eine saubere und termingerechte Herbstfrucht durchzuführen.

Die Saatbettbereitung muss auf eine feinkrümelige und rückverfestigte Krume ausgerichtet sein. Der Einsatz von Gerätekombinationen für eine feuchtigkeitsbewahrende Bearbeitung in wenigen Arbeitsgängen bietet sich an.

3.4 Aussaat

Wegen des ausgeprägten Langtagscharakters der Pflanze sollte die Aussaat so früh wie möglich im Zeitraum von Ende März bis Anfang April erfolgen. Eventuell auftretende Spätfröste bis -6 °C tolerieren die Keim- bzw. Jungpflanzen des Senfs. Die Saatstärke ist auf eine Bestandesdichte von 150 bis 180 Pflanzen/m² auszurichten. Der Berechnung der erforderlichen Saatstärke liegt folgende Formel zugrunde:

$$\text{kg/ha Saatstärke} = \frac{\text{erwünschte Keimpflanzenzahl} \times \text{TKG (g)}}{\text{erwarteter Feldaufgang \%}} = (8 - 12 \text{ kg/ha})$$

Die Aussaat ist relativ flach (bis max. 2 cm) bei Reihenabständen von 15 bis 30 cm vorzunehmen. Senf kann mit üblichen Drillmaschinen, analog zum Raps, gesät werden.

3.5 Nährstoffentzüge und Düngung

Das Prinzip der Grunddüngung besteht mittelfristig im Ersatz des Nährstoffentzuges bzw. der -abfuhr vom Feld (Tab. 3) bei einem anzustrebenden optimalen Niveau des Nährstoffversorgungszustandes des Bodens (Gehaltsklasse C für P, K, Mg und pH-Klasse C).

Tabelle 3: Nährstoffentzug des Erntegutes / TLL-Richtwerte (kg/dt Korn)

Nährstoff	Korn	Stroh	Korn und Stroh ¹⁾
N	5,08	0,70	6,13
P/P ₂ O ₅	0,77/1,77	0,17/0,40	1,03/2,37
K/K ₂ O	0,77/0,93	2,08/2,50	3,89/4,69
Mg/MgO	0,18/0,30	0,09/0,15	0,31/0,53

¹⁾ Rechnerischer Wert für das Haupternteprodukt inkl. Nebenernteprodukt; unterstelltes Masseverhältnis von Korn : Stroh = 1 : 1,5

Für die Düngerkostenkalkulation wird unter Annahme eines bestimmten Kornertrages der Nährstoffentzug errechnet und finanziell bewertet. Dabei verursacht nur das vom Feld abgefahrene Korn Kosten.

Die N-Zufuhr durch Niederschläge bleibt unberücksichtigt, ebenso N-Verluste durch Denitrifikation.

<u>Mittlere Düngerkosten:</u>	Stickstoff	je kg N	=	0,48 €
	Phosphor	je kg P	=	0,90 €
	Kalium	je kg K	=	0,33 €
	Magnesium	je kg Mg	=	0,33 €
	Kalk	je kg Ca	=	0,03 €
	Schwefel	je kg S	=	0,08 €

Auf Standorten mit pH-Klasse A oder B ist der höhere Kalkbedarf (+ 0,30 kg CaO/kg Düngemittel) im Vergleich zu schwefelfreien Stickstoffdüngern zu beachten. Die Zusatzkosten können bis zu 0,12 €/kg S betragen.

Grundlagen zur schlagbezogenen Düngerbedarfsermittlung sind die computergestützten Düngeempfehlungen der TLL:

- Stickstoffbedarfsanalyse (SBA-System) auf der Basis gemessener N_{\min} -Werte des Bodens in 0 bis 30 cm und 30 bis 60 cm Tiefe
- Schwefelbedarfsanalyse auf der Basis gemessener S_{\min} -Werte des Bodens in 0 bis 30 cm und 30 bis 60 cm Tiefe
- Grunddüngungsempfehlungen (P, K, Mg, Kalk) auf der Basis der Bodenuntersuchung (Ackerfläche 0 bis 20 cm Tiefe)

Bodenuntersuchungen können in allen zugelassenen Laboratorien Thüringens durchgeführt werden.

Hinweise zur praktischen Düngung

N-Düngung

Der Sollwert für die N-Düngung beträgt bei einem Ertragsniveau von 20 dt/ha 140 kg/ha. Die erforderliche N-Düngermenge errechnet sich aus dem N-Sollwert abzüglich des N_{\min} -Gehaltes des Bodens. Die N-Düngung sollte ausschließlich mineralisch erfolgen. Durch die unkontrollierte N-Freisetzung bei organischer Düngung ist mit Reifeverzögerungen und stärkerer Lagergefahr zu rechnen.

In der Regel erfolgt die N-Düngung zur Aussaat im zeitigen Frühjahr, wobei standortspezifische Besonderheiten hinsichtlich Zeitpunkt und Aufteilung zu berücksichtigen sind.

S-Düngung

Wie alle Kreuziferen weist Senf einen hohen S-Bedarf auf und fordert für eine optimale Entwicklung eine ausreichende S-Versorgung. Auf Standorten mit einem S_{\min} -Gehalt unter 40 kg/ha sollte eine Schwefeldüngung von ca. 30 kg S/ha über S-haltige N-Dünger erfolgen.

Mikronährstoffdüngung

Senf besitzt einen hohen Bor- sowie mittleren Mangan- und Molybdänbedarf. Eine Düngung dieser Nährstoffe sollte nur auf der Grundlage vorliegender Mikronährstoffbodenuntersuchungsergebnisse erfolgen.

3.6 Pflanzenschutz

Ackerbaulichen und mechanischen Pflegemaßnahmen kommt insbesondere für die Reinhaltung der Bestände entscheidende Bedeutung zu, da Herbizide im Senf nicht zugelassen sind. Zulassungen werden gegenwärtig im Rahmen des Lückenindikationsverfahrens vorbereitet und sind bei den Pflanzenschutzämtern aktuell zu erfragen. Zur Kalkulation der Kosten sind die in den Lückenindikationsverfahren geprüften und bewährten Herbizide zugrunde gelegt.

3.6.1 Mechanische Pflege

Aufgrund seiner schnellen Jugendentwicklung und der zeitigen Bodenbedeckung verfügt der Senf über gute unkrautunterdrückende Eigenschaften. Zur mechanischen Unkrautbekämpfung ist im Senf lediglich eine Maschinenhacke geeignet, die bei Reihenabständen über 25 cm zum Einsatz kommen kann.

3.6.2 Chemischer Pflanzenschutz

Alle Maßnahmen der Unkraut- und Schaderregerbekämpfung sind umweltverträglich nach den Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes auszuführen:

- Bekämpfungsentscheidung entsprechend der Zulassung und anhand sachgerechter Entscheidungshilfen (Bonituren, Schadschwellen),
- Fruchtfolgegestaltung aus phytosanitären Aspekten,
- Beachtung Pflanzenschutzinformationen des Pflanzenschutzdienstes.

Aktuelle Hinweise zur Schaderregersituation, zu notwendigen Maßnahmen und zum Pflanzenschutzmitteleinsatz geben das „Pflanzenbaufax“ sowie die „Hinweise zum Pflanzenschutz im Pflanzenbau“ der TLL.

3.6.3 Saatgutbeizung

Eine Zulassung für Beizmittel gegen Auflaufkrankheiten des Senfs liegt für TMTD 98 % Satec (4 g/kg Saatgut inkrustieren) vor. Des Weiteren ist das Insektizid COMBICOAT CBS zur Saatgutbehandlung gegen Erdflöhe mit einer Aufwandmenge von 30 g/kg Saatgut zugelassen. Durch Verwendung dieser Beizen verbessert sich der Feldaufgang und damit die Sicherheit des Anbauverfahrens erheblich.

3.6.4 Bekämpfung tierischer und pilzlicher Schaderreger

Gegen die häufig auftretenden beißenden und saugenden Insekten, z. B. Erdflöhe und Blattläuse, sind die Insektizide Karate Zeon mit 75 ml/ha bzw. Trafo WG mit 150 g/ha zugelassen. Die in manchen Jahren stärker auftretenden Pilzkrankheiten, wie Botrytis (Grauschimmel), Sclerotinia (Weißstängeligkeit), Alternaria (Kohlschwärze) und Phoma (Wurzelhals- und Stängelfäule) können mit Folicur 1,5 l/ha (maximal zwei Anwendungen im Jahr) gut bekämpft werden.

Ackerschnecken können bei starkem Befall im Senf erheblichen Schaden verursachen. Zur Bekämpfung sind in Saatgutbeständen die Molluskizide Clartex blau (7 kg/ha) und METAREX (7 kg/ha) im Köderverfahren mit maximal zwei Anwendungen je Jahr zugelassen.

3.7 Ernte

Der Senf erreicht die Mähdruschreife etwa zehn Tage nach dem Winterraps im Zeitraum Anfang bis Mitte August. Für die Qualität der Rohware ist eine vollständige Abreife der Bestände von entscheidender Bedeutung.

Die Ernte erfolgt im Direktdrusch, wenn alle Körner in den Schoten gelbgefärbt und Blätter und Stängel abgestorben sind. Die Kornfeuchte beträgt zu diesem Zeitpunkt ca. 10 %. Außerdem ist zu diesem Zeitpunkt bei Bewegung des Fruchtstandes das typische „Rasseln“ zu hören.

Obwohl die Schoten relativ platzfest sind, sollte Überständigkeit vermieden werden, da sich mehrmaliges Einregnen negativ auf die Samenfarbe und somit die Qualität auswirkt. Die Einstellung des Mähdeschers ist analog zum Raps vorzunehmen. Zur Minimierung von Vorernte- und Schneidwerksverlusten empfiehlt sich der Mähdrusch mit verlängertem Schneidwerk und Seitenmesser.

3.8 Nacherntebehandlung

Um die Lagerfähigkeit zu gewährleisten, muss das Erntegut sofort nach dem Mähdrusch auf mindestens 9 % Feuchte zurückgetrocknet werden. Für die Senfsaat gelten die in Tabelle 4 aufgeführten Qualitätsrichtwerte.

Tabelle 4: Qualitätsanforderungen an Senfsaaten - Richtwerte
(Verband der Deutschen Senfindustrie e.V., 1990)

Parameter	Einheit	Brassica juncea von - bis	Sinapis alba von - bis
Besatz	%	< 2	< 2
Besatz anorg.	%	< 0,5	< 0,5
Fremdsenfsaat	%	< 1	< 1
Wassergehalt	%	5 - 10	5 - 10
Tausendkorngewicht (TKG)	g	< 2	< 5
Schalenanteil	%	keine Angabe	< 15
Aschegehalt	%	4,5 - 5,5	4,5 - 5,5
Eiweißgehalt	%	< 33	keine Angabe
Ölgehalt	%	25 - 40	25 - 40
Erucasäure im Öl	%	< 5	< 5
Allylsenfö	%	> 0,9	keine Angabe
Radioaktivität $^{137}\text{Cs} / ^{134}\text{Cs}$	Bq/kg	< 10	< 10

Die Ware muss dem deutschen Lebensmittel- und Bedarfsgegenstände-gesetz entsprechen, insbesondere ist die Pflanzenschutzmittelhöchstmengenverordnung zu beachten.

3.9 Kalkulation der Kosten für die Senfproduktion (ab 2005)

Der Kalkulation der Produktionskosten liegen die in Tabelle 5 aufgeführten Parameter zugrunde. Des Weiteren sind die zukünftigen Zahlungsansprüche (ohne betriebsindividuelle Beträge) modellhaft mit dem Thüringer Durchschnittswert (337 €/ha) berücksichtigt.

Tabelle 5: Parameter der Senfproduktion

Position	ME	Ertragsniveau (dt/ha)		
		10	15	20
Ackerzahl	-	35	45	55
Ölgehalt	% der TM	38	38	38
Kornfeuchte	< 9,0 %	25 m%	25 m%	25 m%
	10 %	75 m%	75 m%	75 m%
Besatz	< 2,0 %	25 m%	50 m%	75 m%
	5 %	75 m%	50 m%	25 m%

Bei der Berechnung kamen die in den Versuchen bzw. der Praxis bewährten agrotechnischen Maßnahmen zur Anwendung. Die Aufwendungen für den Pflanzenschutz entsprechen zum einen den nach den Lückenindikationsversuchen gängigen Herbiziden, die von der Praxis über Genehmigungen nach § 18 b des Pflanzenschutzgesetzes übernommen worden sind (s. Anhang). Zum anderen wurde mit den im Senf zugelassenen Insektiziden und Molluskiziden kalkuliert. Die Anwendung von Beizmitteln zum Schutz vor tierischen und pilzlichen Schaderregern ist im Saatgutpreis berücksichtigt. Eine Zusammenfassung der Produktionskosten beinhaltet Tabelle 6.

Es ist zu beachten, dass bei der Senfproduktion Lagerungskosten anfallen, da die senfverarbeitende Industrie in der Regel nicht die gesamte Erntemenge, sondern nach Bedarf, abnimmt. Aus der Kalkulation ergeben sich bei einer Vermarktung nach Aufbereitung und Lagerung Herstellungskosten von 59,8 €/dt bei einem Ertragsniveau von 10 dt/ha bzw. 35,1 €/dt bei einem Ertragsniveau von 20 dt/ha.

Bei entsprechendem Absatz könnte der Senf, vor allem unter Berücksichtigung der geplanten Änderungen der GAP, eine interessante Nischenfrucht darstellen.

Tabelle 6: Richtwerte für die Kosten der Senfproduktion bei drei Intensitätsstufen mit Vermarktung nach Aufbereitung und Lagerung (für Erntejahr 2005)

Position				ME	Ertragsniveau (dt/ha)		
					10	15	20
Direktkosten	Saatgut			€/ha	13	13	13
	Düngemittel			€/ha	35	52	68
	Pflanzenschutzmittel			€/ha	47	47	47
	Aufbereitung und Sonstiges			€/ha	15	21	25
	Summe			€/ha	110	132	152
Arbeitsleistungskosten	Unterhaltung Maschinen			€/ha	73	73	73
	Kraft- u. Schmierstoffe			l/ha	77	78	79
	Kraft- u. Schmierstoffe €/l 0,516			€/ha	40	40	41
	Maschinenvermögen			€/ha	1032	1031	1029
	Schlepperleistungsbesatz			kW/ha	0,40	0,42	0,44
	AfA Maschinen			€/ha	92	91	91
	Arbeitszeitbedarf			AKh/ha	7,6	7,8	8,0
	Personalkosten 7,71 €/h Nebenk. 50 %			€/ha	88	90	92
Summe				293	295	297	
Leitung u. Verw. (Personalk.)	Anteil an Produktion % 40			€/ha	35	36	37
Arbeitsl. inkl. L+V	Summe			€/ha	328	331	334
Gebäudekosten	Vermögen	Wertansatz	50 % 41,67	€/ha	21	31	42
	Unterhaltung			€/ha	1	2	2
	AfA			€/ha	3	5	7
	Summe			€/ha	4	7	9
Flächenkosten	Pacht		ha €/BP	BP	35	45	55
			1 2,55	€/ha	89	115	140
Sonstige Kosten	Berufsgenossenschaft			€/ha	20	20	20
	sonstiger allg. Betriebsaufwand			€/ha	45	45	45
	Summe			€/ha	65	65	65
Summe Kosten				€/ha	597	649	700
dar. Arbeitsl.-kosten inkl. L+V u. LBG dar. LBG 20,0 €/ha				€/ha	348	351	354
Herstellungskosten				€/dt	59,7	43,3	35,0
Flächenzahlungen (2005 Mittel Thüringen)				€/ha	337	337	337
Saldo Herstellungskosten und Direktzahlungen				€/ha	260	312	363
				€/dt	26,0	20,8	18,2
Marktleistung	(saldierte Herstellungskosten zzgl. entgangener Beitrag zum Betriebsergebnis) 150 €/ha			€/ha	410	462	513
				€/dt	41,0	30,8	25,7

Anhang

Tabelle A 1: Spezialkosten Pflanzenschutz

Kategorie	Mittel	AWM ¹⁾ kg/l/ha	Preis €/kg/l	Mittel	AWM ¹⁾ kg/l/ha	Preis €/kg/l	Kosten €/ha	Behandlungsfaktor			anteilige Mittelkosten		
								15 dt/ha	20 dt/ha	25 dt/ha	15 dt/ha €/ha	20 dt/ha €/ha	25 dt/ha €/ha
Herbizide	Butisan	1,50	36,80				55,10	0,50	0,50	0,50	27,60	27,60	27,60
	Summe							0,50	0,50	0,50	28	28	28
Graminizide	Fusilade	0,75	26,00				19,50	0,20	0,20	0,20	3,90	3,90	3,90
Insektizide	Trafo WG	0,15	55,70				8,40	0,50	0,50	0,50	4,20	4,20	4,20
	Karate Zeon	0,075	110,00				8,20	0,70	0,70	0,70	5,80	5,80	5,80
	Summe							1,20	1,20	1,20	10	10	10
Schnecken	Metarex	7,0	3,65				25,60	0,20	0,20	0,20	5	5	5
	Summe							0,20	0,20	0,20	5	5	5
PS insges.	Summe							2,10	2,10	2,10			
						Durchfahrten		2,10	2,10	2,10			

¹⁾ Aufwandmenge

Tabelle A 2: Variable Maschinenkosten und Arbeitszeitbedarf (kalkuliert nach KTBL-Richtwerten und eigenen Erfahrungen)

Arbeitsart	Schlepper kW	Bez.-basis	Schlepper Sh/ha bzw.t	Arb.z.bed. AKh/ha bzw. t	Rep.kost €/ha bzw. t	DK-Verbr. l/ha bzw. t	10 dt/ha 15 dt/ha 20 dt/ha		
							Bearbeitungsfaktor		
Grunddüng. m. Grossfl.-str. inkl. Bel. (60 dt; 4 dt/ha); 18 m	67	ha	0,11	0,11	1,61	0,89	1,0	1,0	1,0
Stoppelsturz m. Schwergr.; 5 m	120	ha	0,29	0,29	7,03	6,29	1,0	1,0	1,0
Grundb.-bearb. m. Pflug u. Pack; 2,8 m	140	ha	0,88	0,88	21,60	23,89	1,0	1,0	1,0
Grundb.-bearb. m. Schwergrubber; 5 m	140	ha	0,46	0,46	8,45	14,60	0,0	0,0	0,0
Saatbettbereit. m. Ger.-komb.; 10 m	140	ha	0,16	0,16	5,20	4,80	1,0	1,0	1,0
Auss. m. Kr.-egge u. pn. Drillm.; 6 m inkl. Saatg.-transp.	167	ha	0,60	0,60	13,04	14,35	0,5	0,5	0,5
Auss. m. pneum. Drillm.; 8 m inkl. Saatg.-transp.	64	ha	0,38	0,38	4,08	2,75	0,5	0,5	0,5
Crosskillwalzen; 10 m	67	ha	0,21	0,21	2,16	2,30	1,0	1,0	1,0
Striegeln; 18 m	102	ha	0,13	0,13	4,85	2,50	0,0	0,0	0,0
Feldspritzen 250 l/ha inkl. Wassertransport; 18 m	62	ha	0,23	0,23	2,27	1,74	2,1	2,1	2,1
N-Düngung m. Schleuderstr.; dir. Verfahr.; 3 dt/ha ; inkl. TU; 18 m	45	ha	0,21	0,21	1,95	1,11	1,0	1,0	1,0
Mähd. SF m. Strohr.; 6 m	175	ha	0,00	0,64	16,27	20,30	1,1	1,05	1,0
Korntransp. m. Allr.-schl. u. Doppelz. z. Erfasser; 20 km; 20 t/TE	140	t	0,13	0,13	1,17	2,38	1,0	1,5	2,0
Korntransp. m. Allr.-schl. u. 1 Anh. z. Zwischenl.; 5 km; 10 t/TE	67	t	0,11	0,11	0,81	0,89	1,0	1,5	2,0
Ein- u. Auslag. m. Tel.-lader; 40 t/h	70	t	0,05	0,05	0,09	0,40	1,0	1,5	2,0
Lagerhalle m. Unterflurbel.; 4 Monate	0	t	0,00	0,04	1,10	0,00	1,0	1,5	2,0
Summe Feldproduktion	107,2	10 dt/ha	2,8	3,5	70,8	73,8			
Summe Feldproduktion	107,2	15 dt/ha	2,8	3,5	70,0	72,8			
Summe Feldproduktion	107,2	20 dt/ha	2,8	3,5	69,1	71,8			
Summe TU nach Lagerung	106,6	10 dt/ha	0,3	0,3	2,1	3,7			
Summe TU nach Lagerung	106,3	15 dt/ha	0,4	0,4	3,1	5,5			
Summe TU nach Lagerung	106,0	20 dt/ha	0,6	0,6	4,1	7,3			

Tabelle A 3: Summe der Direktkosten

Position	Spezifizierung	ME	Ertragsstufe (dt/ha)				
			10	15	20		
Saatgut	100 % Zukauf						
	Saatstärke 8,0 kg/ha Saatgutpreis 160,0 €/dt	€/ha	13	13	13		
Düngung	Entzug Korn kg/dt	Preis €/kg					
	N	5,08	0,48	€/ha	24	37	49
	P ₂ O ₅	1,77	0,38	€/ha	7	10	13
	K ₂ O	0,39	0,28	€/ha	1	2	2
	S	30 kg/ha	0,08	€/ha	2	2	2
	MgO	0,30	0,21	€/ha	1	1	1
	Σ			€/ha	35	52	68
Pflanzenschutz	Herbizide	€/ha	28	28	28		
	Graminizide	€/ha	4	4	4		
	Insektizide	€/ha	10	10	10		
	Schnecken	€/ha	5	5	5		
	Σ	€/ha	47	47	47		
Aufbereitung und Sonstiges	Trocknung 10 % Feuchte je weitere %	0,75 €/dt 0,3 €/dt	m%	75	75	75	
	Trocknung		€/ha	5,6	8,4	11,3	
	Reinigung (5 % SB)	0,6 €/dt	m%	75	50	25	
			€/ha	4,5	4,5	3,0	
	Hagelversicherung	15°/00	v. Umsatz	€/ha	5,25	7,9	10,5

Tabelle A 4: Arbeitskosten

Maßstab	Produktionsabschnitt	ME	Ertragsstufe (dt/ha)		
			10	15	20
Arbeitszeitbedarf	Feldproduktion ohne Transport, Umschlag und Lagerung	AKh/ha	3,5	3,5	3,5
	Transport bei Verkauf zur Ernte	AKh/ha	0,1	0,2	0,3
	Transport, Umschlag und Lagerung bei Verkauf nach Einlagerung	AKh/ha	0,3	0,5	0,7
	Regiestundenzuschlag	%	20	20	20
	nicht termingebundene Arbeiten	AKh/ha	3	3	3
	Summe Verkauf zur Ernte Summe Verkauf nach Lagerung	AKh/ha AKh/ha	7,4 7,6	7,4 7,8	7,5 8,0
Arbeitskosten	7,71 €/h Verkauf zur Ernte	50 % LNK €/ha	86	86	86
	Verkauf nach Einlagerung	€/ha	88	90	92

Tabelle A 5: Abschreibungen und Maschinenvermögen (kalkuliert nach KTBL-Richtwerten und eigenen Erfahrungen)

Arbeitsart	Schlepper kW	Bez.-basis	Schlepper Sh/ha bzw. t	AfA €/ha bzw. t	Masch.-verm. €/ha bzw. t	Ma.-Verm.Schl. €/ha bzw. t.	10 dt/ha 15 dt/ha 20 dt/ha			Schlepp.-bes. kW/ha
							Bearbeitungsfaktor			
Grunddüng. m. Grossfl.-str. inkl. Bel. (60 dt; 4 dt/ha); 18 m	67	ha	0,11	0,96	10,42	4,75	1,0	1,0	1,0	
Stoppelsturz m. Schwergr.; 5 m	120	ha	0,29	6,29	84,22	22,62	1,0	1,0	1,0	
Grundb.-bearb. m. Pflug u. Pack.; 2,8 m	140	ha	0,88	15,83	208,09	81,31	1,0	1,0	1,0	
Grundb.-bearb. m. Schwergr.; 5 m	140	ha	0,46	7,94	104,10	42,50	0,0	0,0	0,0	
Saatbettbereit. m. Ger.-komb.; 10 m	140	ha	0,16	6,23	64,78	14,78	1,0	1,0	1,0	
Auss. m. Kr.-egge. u. pn. Drillm.; 6 m inkl. Saatgut	167	ha	0,60	16,41	175,08	63,60	0,5	0,5	0,5	
Auss. m. pneum. Drillm.; 8 m; inkl. Saatguttr.	64	ha	0,38	8,87	106,70	15,70	0,5	0,5	0,5	
Crosskillwalzen; 10 m	67	ha	0,21	2,92	39,41	9,07	1,0	1,0	1,0	
Striegeln; 18 m	102	ha	0,13	2,13	25,56	8,89	0,0	0,0	0,0	
Feldspritzen 250 l/ha inkl. Wassertransport; 18 m	62	ha	0,23	2,82	30,89	9,36	2,1	2,1	2,1	
N-Düngung m. Schleuderstr.; dir. Verfah.; 3 dt/ha; inkl. TU; 18 m	45	ha	0,21	1,33	14,30	6,30	1,0	1,0	1,0	
Mähd. SF m. Strohr.; 6 m	175	ha	0,00	34,05	340,50	0,00	1,1	1,05	1,0	
Korntransp. m. Allr.-schl. u. Doppelz. z. Erfasser; 20 km; 20 t/TE	140	t	0,13	1,31	16,73	11,94	1,0	1,5	2,0	
Korntransp. m. Allr.-schl. u. 1 Anh. z. Zwischenl.; 5 km; 10 t/TE	67	t	0,11	0,72	9,54	4,75	1,0	1,5	2,0	
Ein- u. Auslag. m. Tel.-lader; 40 t/h	70	t	0,05	0,38	4,50	4,50	1,0	1,5	2,0	
Lagerhalle m. Unterflurbel.; 4 Mon.	0	t	0,00	3,33	83,33	0,00	1,0	1,5	2,0	
Summe Feldproduktion	107,2	15 dt/ha	2,8	89,6	1001,5	198,1				0,36
Summe Feldproduktion	107,2	20 dt/ha	2,8	87,9	984,5	198,1				0,36
Summe Feldproduktion	107,2	25 dt/ha	2,8	86,2	967,5	198,1				0,36
Summe TU nach Lagerung	106,6	15 dt/ha	0,3	2,40	30,80	21,20				0,04
Summe TU nach Lagerung	106,3	20 dt/ha	0,4	3,60	46,20	31,80				0,06
Summe TU nach Lagerung	106,0	25 dt/ha	0,6	4,80	61,60	42,40				0,08

spez. Schlepperpreis 546 €/kW

Tabelle A 6: Ermittlung des Grenzpreises mit Vermarktung nach Aufbereitung und Lagerung bei unterschiedlichem Beitrag zum Betriebsergebnis

Position	ME	Ertragsniveau (dt/ha)		
		10	15	20
Summe Kosten	€/ha	597	649	700
Direktzahlungen (kalkulierter Durchschnitt für Thüringen)	€/ha	337	337	337
	€/ha	€/dt	€/dt	€/dt
	100	36,00	27,47	23,15
	200	46,00	34,13	28,15