



# Leitlinie

zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von

# Winterroggen

Besuchen Sie uns auch im Internet:  
**[www.tll.de/ainfo](http://www.tll.de/ainfo)**

## **Impressum**

6. geänderte Auflage 2009

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

**Autoren:** Dr. Martin Farack  
Dr. Joachim Degner  
Dr. Uwe Jentsch  
LD Reinhard Götz  
Dr. Wilfried Zorn  
Dr. Rainer Paul  
Dipl.-Ing. agr. Ines Schwabe

August, 2009

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

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Marktsituation.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Standortansprüche .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Produktionsverfahren.....</b>	<b>6</b>
3.1	Fruchtfolge .....	6
3.2	Sortenwahl.....	6
3.3	Reduzierung des Mutterkornbefalls .....	7
3.4	Düngung .....	9
3.5	Bodenbearbeitung .....	11
3.6	Aussaat.....	12
3.7	Pflanzenschutz .....	13
3.7.1	Unkrautbekämpfung.....	13
3.7.2	Bekämpfung von Pilzkrankheiten .....	14
3.7.3	Bekämpfung tierischer Schaderreger.....	15
3.7.4	Halmstabilisierung.....	15
3.8	Ernte .....	16
3.9	Nachbehandlung, Aufbereitung und Vermarktung.....	17
<b>4</b>	<b>Verfahrensbewertung.....</b>	<b>18</b>

## 1 Marktsituation

Die Rahmenbedingungen für die Vermarktung des Roggens in Deutschland haben sich in den letzten Jahren sehr verändert. Wurden im Durchschnitt der Jahre 1990 bis 2001 rund 800 000 ha angebaut, reduzierte sich die Fläche, aufgrund der angekündigten Abschaffung der Roggenintervention und den damit verbundenen Unsicherheiten, bis auf einen Tiefstand von 531 000 ha im Jahr 2003. Durch die wetterbedingt geringe Erntemenge von nur rund 2,3 Mio. t wurde Roggen 2003 zur Mangelware. Die Nachfragen der Mühlen und der Mischfutterindustrie konnten nur aus Freigaben der Intervention gedeckt werden. Aus dieser Situation erhöhte sich im Herbst 2003 die Aussaatfläche wieder deutlich, und zwar auf 621 000 ha. Zur Ernte 2004 wurde die Intervention beendet und erstmals erfolgte die Vermarktung von Roggen ohne staatliche Unterstützung, außerdem drückten zusätzlich die vollen Interventionslager auf den Markt. Die Landwirte senkten daraufhin die Aussaatfläche im Herbst 2004 auf 549 000 ha. Da sich mittlerweile aber neue Absatzmärkte für Roggen, u. a. in den Bereichen Fütterung und nachwachsende Rohstoffe, entwickelt haben, stieg die Anbaufläche in den letzten Jahren wieder an und betrug 2008 in Deutschland 737 600 Tha.

Auch in Thüringen folgte der Anbau dem bundesdeutschen Trend. Der Anbau konnte 2008 auf 12 000 ha ausgedehnt werden, was einen Anstieg um 30 % im Vergleich zum Vorjahr bedeutete. Winterroggen steht somit auf Platz 5 der angebauten Getreidearten, nach Winterweizen, Wintergerste und -triticale.

**Tabelle 1:** Anbauflächen Winterroggen (Tha) von 2001 bis 2008

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Deutschland (Tha)	839	729	531	621	549	539	671	738
davon Thüringen (Tha)	16,4	13,7	9,1	12,0	9,2	8,4	11,6	12,0

Die Vermarktung von Roggen umfasst im Wesentlichen drei Bereiche:

1. In Deutschland besteht ein jährlicher Bedarf von rund 900 000 t Brotroggen, was einem Anteil von 12 % der gesamten Brotgetreideverarbeitung entspricht.
2. Der Anteil in der Verfütterung ist in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen. Im Wirtschaftsjahr 2007/08 betrug der Anteil von Roggen in der Mischfutterindustrie knapp 600 000 t. Der Einsatz im hofeigenen Mischfutter liegt nach Schätzungen bei etwa 1 Mio. t.
3. Zunehmend wird Roggen auch als nachwachsender Rohstoff interessant. Für die Herstellung von Bioethanol besteht mit den Werken in Schwedt und Zörbig eine Verarbeitungskapazität von etwa 1,5 Mio. t. Der Einsatz von Roggen als Ethanolgetreide wird im Wesentlichen von der Wirtschaftlichkeit der Bioethanolproduktion bestimmt (Rohstoffpreis, Ethanolpreis) und unterliegt jährlichen Schwankungen. Körner- und Grünschnittroggen sowie Roggen-Ganzpflanzensilage kann als Substrat in Biogasanlagen zu Strom veredelt werden. Dafür werden bereits spezielle Sorten mit hohen Biomasseerträgen gezüchtet. Ebenso ist es möglich, Roggen (Korn) der thermischen Verwertung zuzuführen.

Nach Schätzungen wird sich der Roggenverbrauch in den kommenden Jahren bei einer Menge von rd. 4 Mio. t jährlich stabilisieren. Dies entspricht einer Anbaufläche von ca. 650 000 ha. Der Roggenbedarf der Thüringer Mühlen wird auf 100 000 t geschätzt.

**Tabelle 2:** Qualitätskriterien bei Winterroggen (Brotroggen)

Kriterium	Brotroggen
Fallzahl (sec)	> 130 (> 90*)
Eigengewicht (kg/hl)	> 71
Feuchtigkeit (%)	max. 14,5
Bruchkorn (%)	< 3
Kornbesatz (%)	< 3
Schwarzbesatz (%)	<. 2
Auswuchs (%)	< 2,5
Fremdgetreide (%)	0,1
Mutterkorn (%)	< 0,05
DON (mg/kg)	max. 1,25
ZEA (mg/kg)	max. 0,05

\* technologisch unterer Grenzwert

## 2 Standortansprüche

Winterroggen ist die Getreideart mit den geringsten Ansprüchen an den Boden und die Wasserversorgung. Auf leichten, grundwasserfernen Sandböden (D1 und D2) ist Roggen oft die einzige anbauwürdige Getreideart. Er gedeiht aber auch auf schweren Ton- oder Moorböden. In der Winterfestigkeit übertrifft Roggen alle anderen Getreidearten und ist deshalb auch besonders für exponierte Lagen geeignet.

In Thüringen konnten gute Erträge erreicht werden, so wies das Landesamt für Statistik Erträge von 61,0 dt/ha aus, wobei folgende Sortenanteile einfließen: Populationssorten ca. 16 %, Synthetische Sorten ca. 2 %, Hybridsorten ca. 82 %. Unter den sehr günstigen Bedingungen des Jahres 2004 wurden sogar 75,3 dt/ha erzielt.

In den Landessortenversuchen erreichte der Hybridroggen auf den Lössstandorten ähnlich hohe Erträge wie Wintergerste. Auf den Verwitterungsstandorten sind die Erträge oft höher als Wintergerste und es werden teilweise sogar die Leistungen von Winterweizen übertroffen. Die Erträge der Synthetischen- und der Populationssorten liegen vorwiegend unter denen der anderen Wintergetreidearten (Tab. 3).

**Tabelle 3:** Ertragsvergleich von Winterroggen mit anderen Getreidearten auf Löss- und Verwitterungsstandorten in den Landessortenversuchen 2004 bis 2006 TH, SN und ST (im Mittel der Sortimente der behandelten Stufe)

Fruchtart	Standorte	Kornertrag (dt/ha) in den Versuchsjahren		
		2004	2005	2006
Winterroggen	Lössböden	99,6 (3)	98,4 (3)	90,8 (4)
Hybridsorten	Verwitterungsböden	98,3 (6)	88,1 (5)	75,4 (4)
Winterroggen	Lössböden	89,4 (3)	87,5 (3)	82,2 (4)
Synthetische Sorten	Verwitterungsböden	90,1 (6)	80,2 (5)	64,4 (4)
Winterroggen	Lössböden	80,2 (3)	84,1 (3)	77,4 (4)
Populationssorten	Verwitterungsböden	84,8 (6)	76,4 (5)	63,8 (4)
Winterweizen (Mittel über alle Qualitätsgruppen)	Lössböden	104,4 (8)	102,9 (8)	89,1 (9)
	Verwitterungsböden	96,8 (7)	87,7 (8)	74,2 (6)
Wintergerste mehrzeilig	Lössböden	92,8 (10)	99,2 (8)	92,4 (10)
	Verwitterungsböden	80,1 (5)	77,2 (6)	80,5 (5)
Wintertriticale	Lössböden	101,4 (6)	102,8 (5)	91,1 (6)
	Verwitterungsböden	90,9 (7)	79,0 (7)	78,9 (5)

Zahlen in Klammern = Anzahl Versuche

### 3 Produktionsverfahren

Die Anbauintensität ist so zu gestalten, dass sich ein maximaler Beitrag zum Betriebsergebnis durch hohe Erträge und Preise bei minimalen Kosten ergibt. Zusätzliche Aufwendungen für Dünger und Pflanzenschutzmittel sowie auch agrotechnischen Maßnahmen müssen in jedem Fall zu rentablen Mehrerträgen oder/und zu Qualitätsverbesserungen führen.

Durch folgende Faktoren kann die Anbauintensität beeinflusst werden:

- natürliche Standortbedingungen (Bodenfruchtbarkeit, Niederschläge),
- Ertragspotenzial und -sicherheit,
- Qualitätssicherheit,
- Befallsdruck mit pilzlichen und tierischen Schaderregern sowie Unkrautbesatz,
- ökologische Restriktionen (z. B. Trinkwasserschutzgebiete) und
- Marktbedingungen (Betriebsmittel-, Erzeugerpreise, Transportentfernungen).

Für die betriebswirtschaftliche Bewertung (Abschnitt 4) des Winterroggens werden nachfolgende Intensitätsstufen in Abhängigkeit vom Ertragspotenzial des Standorts gewählt:

**niedrig:** Ertragsschwache Standorte mit niedrigem Ertragspotenzial 55 dt/ha schwache bis normale Bestände, geringer Stickstoff-, Fungizid- und Wachstumsreglereinsatz

**mittel:** Standorte mit mittlerem Ertragspotenzial 65 dt/ha normale Bestände, mittlerer Stickstoff-, Fungizid- und Wachstumsreglereinsatz

**hoch:** Standorte mit hohem Ertragspotenzial 75 dt/ha optimale Bestandesdichten, hoher Stickstoff-, Fungizid- und Wachstumsreglereinsatz

#### 3.1 Fruchtfolge

Auf besseren Böden kann Roggen in Selbstfolge stehen, auf nährstoffarmen Standorten ist dabei mit Ertragsabfällen zu rechnen. Roggen wird als abtragende Fruchtart geschätzt, auch in zweiter oder dritter Tracht. Seine Eingliederung in die Fruchtfolge ergibt sich im Wesentlichen durch die hohen Anforderungen an die Saatbettbereitung bei relativ frühem Aussattermin. Ungeeignet sind deshalb späträumende Vorfrüchte, wie Mais oder Rüben. In der Getreidefruchtfolge wirkt sich seine geringere Anfälligkeit für Fußkrankheiten positiv aus. Durchwuchs von anderen Getreidearten ist zu vermeiden. Der frühe Erntetermin ermöglicht den Anbau von Sommerzwischenfrüchten. Untersaaten lassen sich gut in Roggen etablieren.

#### 3.2 Sortenwahl

Roggen wird in Deutschland und Thüringen überwiegend als Wintergetreide angebaut, da er dem Sommerroggen aus ökonomischer Sicht deutlich überlegen ist.

Dem Landwirt stehen mit den Populations-, Hybrid- und Synthetischen Sorten drei Typen zur Auswahl. Bei Hybriden und Synthetischen Sorten ist ein jährlicher Saatgutwechsel erforderlich. Das Hybridsaatgut ist teurer als Populationssaatgut, die Mehrkosten müssen somit durch die Mehrerträge abgedeckt werden.

In der Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes von 2008 sind 32 Winterroggensorten eingetragen, von denen 12 Populationssorten, 15 Hybriden und fünf Synthetiks sind. Im März 2009 wurden weitere fünf Hybridsorten neu zugelassen.

Mit Hybridsorten lassen sich in den Thüringer Anbaugebieten (Löss- und Verwitterungsstandorte) bis zu 20 % höhere Erträge als mit Populationssorten erzielen. Die Erträge Synthetischer Sorten liegen im Durchschnitt über den Populationssorten, aber in der Regel deutlich unter den Hybriden. Zwischen den einzelnen Sorten bestehen aber auch Ertragsunterschiede, so dass sich eine gezielte Auswahl lohnt.

In Thüringen wird Roggen bei dem geringen Anteil „absoluter Roggenböden“ an der Anbaufläche vorwiegend als Brotgetreide angebaut. Deshalb sollte das sichere Erreichen der Backqualitätsparameter ein entscheidendes Kriterium bei der Sortenwahl sein.

Das Hauptproblem besteht in der höheren Auswuchsneigung des Roggens überhaupt, wodurch die Fallzahl rasch abfallen kann. Wie die Tabelle 4 zeigt, gibt es deutliche Sortenunterschiede. Bei Sorten mit der Einstufung „mittel“ sinkt die Fallzahl schon bei mäßiger Auswuchsfähigkeit unter 120 sec. Ihr Anbau ist in feuchten Lagen risikoreich. Auch bei den als „hoch“ oder „sehr hoch“ eingestuften Sorten sinkt bei anhaltend feuchter Witterung die Fallzahl erheblich ab.

**Tabelle 4:** Sorteneinstufung der aktuellen Sorten (2008/09)

Fallzahl als Maß der Auswuchsfestigkeit	Populationssorten	Synthetische Sorten	Hybridsorten
hoch bis sehr hoch	Amilo	-	Gonello, Guttino, Placido
hoch	Dankowskie Diamant	Caroass	Balistic, Bellami, Brasetto, Evolo, Palazzo, Visello
mittel bis hoch	Conduct, Matador, Nikita, Recrut	Carotop	Askari, Fugato, Minello
mittel	Boresto, Danko, Dukato	Cantor, Kapitän	Festus, Helltop, Hellvus, Rasant
niedrig bis mittel	-	-	Amato

Weitere wichtige agrotechnische Kriterien für die Sortenwahl sind die Merkmale Neigung zum Lager sowie die Anfälligkeiten gegenüber den wichtigsten Krankheiten des Roggens wie Braunrost, Mehltau und Rhynchosporium.

Abgeleitet aus den Ergebnissen der Landessortenversuche und der Einstufung in der Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes wurden für die Anbaugelände Löss- und Verwitterungsstandorte in Thüringen folgende Sortenhinweise erarbeitet:

Auf den ertragsstarken Lössstandorten sind Hybriden zu bevorzugen, diese sind auch für die Verwitterungsstandorte geeignet.

Von der TLL werden die Ergebnisse der Landessortenversuche in vielfältiger Form herausgegeben. Als Kurzfassung sind die ersten Informationen über das Pflanzenbaufax verfügbar. Der Versuchsbericht mit detaillierten Sortenbeschreibungen und -empfehlungen kann über das Internet ([http://www.tll.de/ainfo/pdf/lv\\_wro.pdf](http://www.tll.de/ainfo/pdf/lv_wro.pdf)) abgerufen werden. Eine Übersicht über die Ertragsfähigkeit sowie entscheidende Qualitäts- und agrotechnische Eigenschaften findet sich in den Sortenratgebern, die in Form von Faldblättern erscheinen. Sie sind über die Landwirtschaftsämter, Versuchsstationen oder die TLL zu erhalten.

Auch im ökologischen Landbau steht die Auswuchsfestigkeit bei der Sortenwahl im Vordergrund. Der relativen Ertragsabstände zwischen Hybriden, Synthetischen Sorten und Populationssorten sind ähnlich wie im konventionellen Anbau. Hybriden werden jedoch von einigen Anbauverbänden abgelehnt. Sorten mit besonderer Eignung für den ökologischen Anbau sind *Amilo*, *Conduct*, *Recrut* und die Hybride *Visello*.

### 3.3 Reduzierung des Mutterkornbefalls

Die Mutterkorninfektion erfolgt während der Blüte der Wirtspflanzen. Fremdbefruchter wie Roggen sind durch die Offenblütigkeit und Selbststerilität einer Infektion sehr viel stärker ausgesetzt als Selbstbefruchter wie Weizen und Gerste. Unterbleibt die Befruchtung der Getreideblüte ist eine Infektion möglich. Anstelle eines Getreidekornes bildet sich ein Mutterkorn.

Der Mutterkornbesatz ist ein wichtiges Qualitätskriterium für die Vermarktung von Roggen sowohl als Brotgetreide, Futtermittel als auch für die Bioethanolproduktion (Grenzwert Futterroggen 0,1 und Brotroggen 0,05 Gewichtsprozent). Belastete Erntepartien lassen sich oft nur mit drastischen Preisabschlägen absetzen.

### Maßnahmen zur Vermeidung des Mutterkornbefalles

- Um höheren Mutterkornbefall zu vermeiden, muss alles unternommen werden, um die Befruchtung der Roggenblüte mit Pollen abzusichern;
- Verhinderung der Bildung von infektiösen Sporen des Pilzes;
- Abmähen der Feldränder und Bracheflächen vor der Gräserblüte;
- tiefes Einpflügen des auf dem Feld verbliebenen Mutterkorns insbesondere bei Roggenvorfrucht;
- Verwendung hochwertigem und von Mutterkorn freiem Saatgut;
- Bekämpfung von Ungräsern auf dem Roggenschlag;

Alle Agrotechnischen Maßnahmen müssen darauf abgestimmt sein, dass ein gleichmäßiger Bestand entsteht, in dem alle Ähren etwa im gleichen Zeitraum abblühen. Dazu zählen:

- Sicherung einer ausreichenden Vorwinterentwicklung, die durch ein roggengemäßes Saatbett und optimalen Saattermin erreicht wird.
- Die Saatstärke ist so zu wählen, dass keine dünnen ungleich abblühenden Bestände entstehen. Sie ist der Saatzeit und der Qualität des Saatbettes anzupassen. Bei früher Saat (bis 20.09.) und optimaler Saatbettqualität genügen (mit Ausnahme in den höheren Lagen) 200 bis 250 Körner je m<sup>2</sup>, bei späterer Saatzeit bzw. nicht roggengemäßigem Saatbett muss die Saatstärke auf 300 Körner je m<sup>2</sup> erhöht werden.
- Reduzierter Einsatz von Halmstabilisatoren, ganz besonders in gestressten Beständen oder bei Wassermangel, er führt zu unruhigen Beständen, die die Blühphase verlängern.
- Keine zu hohe bzw. nicht zeitgemäße N-Düngung.
- Kein Fungizideinsatz kurz vor oder während der Blüte, denn auch dieser kann das Blühverhalten ungünstig beeinflussen.

Da besonders die Nachschosser einer Infektion ausgesetzt sind, ist ihre Bildung durch Anlegen von ausreichend breiten Fahrgassen und Vermeidung von unnötiger Befahrung der Vorgründe zu vermeiden.

Auch die **Sortenwahl** hat zur Minderung des Mutterkornbefalles eine zunehmende Bedeutung. Zurzeit finden sich bei allen Sortentypen Sorten mit unterschiedlicher Anfälligkeit. Durch züchterische Erhöhung der gebildeten Pollenmenge sowie verbesserter Befruchtung sind auch einige Hybriden nicht stärker anfällig als Populationssorten. Sowohl die Praxis als auch Versuche haben gezeigt, dass das Einmischen von Populations- in Hybridsorten den Mutterkornbesatz zwar verringert, aber nicht das Unterschreiten der Grenzwerte sichert.

Erstmalig wurde in der Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes 2008 aufgrund von mehrortigen Resistenzprüfungen die Anfälligkeit für Mutterkorn beschrieben (Tab. 5). Diese Beschreibung deckt sich gut mit Versuchsergebnissen der TLL der Jahre 1998 bis 2008.

**Tabelle 5:** Beschreibung der Mutterkornanfälligkeit von Roggensorten

Anfälligkeit für Mutterkorn	Populationssorten	Synthetische Sorten	Hybridsorten
hoch bis sehr hoch	-	-	Rasant
hoch	-	-	-
mittel bis hoch	-	-	Amato, Festus
mittel	Dankowski Diamant	Cantor	Evolvo, Fugato, Hellvus
niedrig bis mittel	-	Caroass, Carotop	Balistic, Placido
niedrig	Amilo, Boresto, Conduct, Danko, Matador, Nikita, Recrut	-	Visello

Einige Sorten, darunter die der Zulassungsjahrgänge 2008 und 2009, wurden bisher noch nicht eingestuft.

### 3.4 Düngung

Das Prinzip der Grunddüngung besteht mittelfristig im Ersatz des Nährstoffentzuges bzw. der Nährstoffabfuhr mit dem Erntegut vom Feld (Tab. 6) bei einem anzustrebenden optimalen Niveau des Nährstoffversorgungszustandes des Bodens (Gehaltsklasse C für P, K, Mg und pH-Klasse C für den pH-Wert). Bei Vorliegen von Nährstoffgehaltsklassen A und B werden Zuschläge zur Düngung nach Pflanzenentzug gegeben. Im Falle von Gehaltsklasse D kann die Düngung unterhalb der Erhaltungsdüngung liegen bzw. auch durchaus unterbleiben, wie das für Gehaltsklasse E ohnehin empfohlen wird. Bei erforderlichem Kalkbedarf des Bodens muss zu Winterroggen eine Kalkung nicht unmittelbar erfolgen.

**Tabelle 6:** Nährstoffentzug des Erntegutes/TLL-Richtwerte (kg/dt; 86 % TS)

Nährstoff	Korn	Stroh	Korn und Stroh <sup>1)</sup>
N 11 % Rohprotein <sup>2)</sup>	1,51	0,50	1,96
12 % Rohprotein <sup>2)</sup>	1,65	0,50	2,10
P/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,35/0,80	0,13/0,30	0,47/1,07
K/K <sub>2</sub> O	0,50/0,60	1,66/2,00	1,99/2,40
Mg/MgO	0,12/0,20	0,12/0,20	0,23/0,38

<sup>1)</sup> Rechnerischer Wert für das Haupternteprodukt incl. Nebenernteprodukt; unterstelltes Masseverhältnis von Korn : Stroh = 1 : 0,9

<sup>2)</sup> Gehalt in der Korn-Trockenmasse

Für die Düngerkostenkalkulation wird unter Annahme des erwarteten Kornertrages der Nährstoffentzug errechnet und finanziell bewertet. Das Stroh verbleibt auf dem Feld und wird demzufolge kostenseitig nicht berücksichtigt. Die N-Zufuhr durch Niederschläge bleibt unberücksichtigt, ebenso N-Verluste durch Denitrifikation.

#### Mittlere Düngerkosten:

Stickstoff	je kg N	=	1,00 €;	
Phosphor	je kg P	=	2,60 €;	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 1,14 €);
Kalium	je kg K	=	0,91 €;	(K <sub>2</sub> O = 0,76 €);
Magnesium	je kg Mg	=	0,86 €;	(MgO = 0,52 €);
Kalk	je kg Ca	=	0,06 €;	(CaO = 0,04 €);
Schwefel	je kg S	=	0,44 €;	

Auf Standorten mit pH-Klassen A und B ist der höhere Kalkbedarf bei der Anwendung S-haltiger N-Düngemittel (+ 0,3 kg CaO/kg Düngemittel) im Vergleich zu S-freien N-Düngern zu beachten. Die Zusatzkosten können bis zu 0,09 €/kg Schwefel betragen.

Grundlagen zur schlagbezogenen Düngerbedarfsermittlung sind die Düngungsempfehlungen der TLL:

- **Stickstoffbedarfsanalyse** (SBA) auf der Basis gemessener N<sub>min</sub>-Werte des Bodens in 0 bis 30 cm und 30 bis 60 cm Tiefe;
- Präzisierung der Höhe der 2. N-Gabe mit Hilfe von Pflanzenanalyseverfahren (Nitrat-schnelltest, Chlorophyllmessung);
- **Schwefelbedarfsanalyse** (SBA Teil Schwefel) auf der Basis gemessener S<sub>min</sub>-Werte des Bodens in 0 bis 30 cm und 30 bis 60 cm Tiefe;
- **Grunddüngungsempfehlungen** (P, K, Mg, Kalk) auf der Basis der Bodenuntersuchung (Ackerland 0 bis 20 cm Tiefe);
- Kontrolle des **Ernährungszustandes** der Pflanzen mit Makro- und Mikronährstoffen (Pflanzenanalyse) zum Ableiten einer Korrekturdüngung.

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

## **Hinweise zur praktischen Düngung**

### N-Düngung

Zur Bestandesetablierung im Herbst bedarf es eines N-Angebotes für die Pflanzen von 20 bis 30 kg N/ha (einschl.  $N_{\min}$ -Gehalt des Bodens), das häufig bereits durch die Nachwirkung der Vorfrucht gegeben ist. Bei nachgewiesenem N-Düngebedarf genügt eine Herbst-N-Gabe von 20 kg N/ha.

Zeitpunkt und Aufteilung der N-Düngung im Frühjahr sind standortspezifisch zu beurteilen. Zur Bemessung der N-Düngung ist der N-Bedarf über die N-Sollwert-Methode (einschl.  $N_{\min}$ -Gehalt des Bodens) zu kalkulieren. Der N-Bedarf (N-Sollwert) ist abhängig von der Ertragserwartung der Sorte und der Bestandesentwicklung im Frühjahr.

Für eine Ertragsspanne von 50 bis 70 dt/ha beträgt der N-Sollwert 120 kg/ha (1. und 2. N-Gabe); bei über 70 dt/ha erfolgt ein Zuschlag von 10 kg N/ha (zur 2. N-Gabe, d. h. ES 30 bis 37).

Die Höhe der 1. N-Gabe ergibt sich aus 100 kg N/ha abzüglich  $N_{\min}$ -Gehalt im Boden sowie weiterer Zu- und Abschläge und sollte im zeitigen Frühjahr, sobald der Boden befahrbar ist, ausgebracht werden. Sofern der N-Bedarf für die 1a-Gabe 70 kg N/ha übersteigt, ist die darüber liegende N-Menge als 1b-Gabe (ca. 14 Tage nach der 1a-Gabe) auszubringen. Die Höhe der 2. N-Gabe (Schossergabe) von ca. 20 bzw. 30 kg N/ha ist durch Pflanzenanalyse (Nitrat-schnelltest, Chlorophyllmessung) zu präzisieren.

Bei sehr hoher Ertragserwartung kann der N-Bedarf über eine 3. N-Gabe optimiert werden. Eine N-Qualitätsdüngung ist bei Brotroggen nicht angezeigt, da bei Rohproteingehalten über 11,5 % die Kornhärte deutlich ansteigt und sich dadurch die Mahlfähigkeit und Mehlausbeute verringert.

### S-Düngung

Zunehmende Beachtung, vor allem auf den leichten sandigen aber auch auf mittleren (flachgründigen) Standorten, erfordert die S-Versorgung. Zur Bemessung der S-Düngung wird eine Untersuchung des Bodens im Frühjahr ( $S_{\min}$ -Gehalt) oder eine Pflanzenanalyse vom schossenden Pflanzenbestand empfohlen.

Die Pflanzen nehmen Schwefel vorwiegend in Sulfatform ( $SO_4$ ) auf. Vorteil einer Bodenanalyse zu Vegetationsbeginn ist die frühzeitige Ableitung einer S-Düngungsempfehlung. Die erforderliche S-Düngermenge kann durch Verwendung S-haltiger Stickstoff- bzw. Mehrnährstoffdünger mit der 1. N-Gabe ohne zusätzlichen Arbeitsgang ausgebracht werden. Nach dem S-Düngeberatungsprogramm der TLL ergibt sich für Winterroggen eine S-Düngung von 20 kg S/ha bei  $S_{\min}$ -Gehalten < 50 kg  $S_{\min}$ /ha (0 bis 90 cm Tiefe;  $S_{\min}$ -Gehalt in 60 bis 90 cm analysiert oder geschätzt).

### Mikronährstoffdüngung

Winterroggen besitzt einen mittleren Cu-, Mn- und Zn- sowie einen niedrigen B- und Mo-Bedarf.

Eine Düngung der Mikronährstoffe, für die Roggen einen mittleren Bedarf aufweist, sollte nur auf der Basis vorangegangener Bodenuntersuchung bzw. Pflanzenanalyse bei Unterschreitung der entsprechenden Richtwerte erfolgen. Zu beachten ist der im Vergleich zu anderen Getreidearten deutlich niedrigere Cu-Bedarf des Winterroggens. Eine B- und Mo-Düngung zu Roggen wird nicht empfohlen.

### Organische Düngung

Organische Düngung zu Winterroggen erfolgt im Allgemeinen nicht. Güllekopfdüngung mit Schleppschauchapplikation kann im zeitigen Frühjahr erfolgen. Zur Empfehlung kommen 15 m<sup>3</sup>/ha Schweinegülle bzw. 20 m<sup>3</sup>/ha Rindergülle zu Vegetationsbeginn, wenn der Boden befahrbar ist. Dabei wird von folgenden bodenwirksamen Nährstoffgehalten je m<sup>3</sup> Gülle ausgegangen:

- Schweinegülle (4 % TS): 3,2 kg N (davon 40 bis 60 % MDÄ); 1,13 kg P bzw. 2,58 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 2,1 kg K bzw. 2,53 kg K<sub>2</sub>O;
- Rindergülle (8 % TS): 3,2 kg N (davon 40 bis 60 % MDÄ); 0,66 kg P bzw. 1,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 4,4 kg K bzw. 5,3 kg K<sub>2</sub>O.

### **3.5 Bodenbearbeitung**

Die Grundbodenbearbeitung sollte bei möglichst trockenen Bodenbedingungen (halbfeste Konsistenz) erfolgen, da Roggen von allen Getreidearten die höchsten Anforderungen hinsichtlich eines feinkrümeligen und abgesetzten Saatbettes stellt. Erfolgt die Saatbettbereitung bei zu feuchtem Bodenzustand und die Aussaat in ein grobes und ungenügend verfestigtes Saatbett, so kommt es zu einer unregelmäßigen und vor allem zu tiefen Ablage des Saatgutes. Das führt zu sehr schlechten Startbedingungen für die Pflanzenentwicklung. Pfluglose Verfahren sind unter geeigneten Voraussetzungen, wie z. B. unverdichtete Standorte; nach Blattvorfrüchten; nach Getreide bei ordnungsgemäßer Strohverteilung und -einarbeitung sowie auf mit Mutterkorn unbelasteten Flächen vorteilhaft, da sie aufgrund einer höheren Schlagkraft die Termineinhaltung sichert und eine flache Saatgutablage ermöglicht. Pflügen kann diese hohen Qualitätsanforderungen nur erfüllen, wenn es bei optimaler Bearbeitbarkeit durchgeführt wird und genügend Zeit für das Absetzen des Bodens bleibt. Je kürzer die Zeit bis zur Aussaat ist, desto flacher ist zu pflügen. Grobe Schollen sind zu zerkleinern (späterer Zerfall kann die Roggenpflanzen verschütten). Zu beachten ist, dass durch die nichtwendende Bodenbearbeitung die Ausbreitung von Fusariosen gefördert wird, da der Pilz an den Stoppeln und Ernterückständen überdauert.

Nachstehend werden Varianten der Saatbettbereitung beschrieben:

Grundsätzlich sollte die Saatsfurche mindestens drei Wochen vor der Aussaat so flach wie möglich gezogen werden. Auf besseren, bindigen Böden ist eine zusätzliche Rückverfestigung erforderlich. Das Absetzen und/oder Rückverfestigen sichert durch guten Bodenschluss eine ausreichende Wasserversorgung, gleichmäßiges Auflaufen und damit die optimale Pflanzenentwicklung.

Da Roggen überwiegend nach Getreide steht, entscheidet die Zeitspanne zwischen der Ernte, der Vorfrucht und der Aussaat über das Bodenbearbeitungsregime. Bei einem Zeitraum von mehr als vier Wochen erfolgt die notwendige Stoppelbearbeitung bzw. Stroheinarbeitung und Grundbodenbearbeitung mit bis zu drei Arbeitsgängen:

1. Unmittelbar nach der Ernte 5 bis 8 cm tiefe Bearbeitung zur Schaffung günstiger Auflaufbedingungen für Ausfallgetreide und Unkräuter (mit Flachgrubber, Kurzscheibenegge, Grubber-Scheibeneggenkombination).
2. Ca. zwei bis drei Wochen danach eine 10 bis 15 cm tiefe Bearbeitung (2 cm Arbeitstiefe pro 10 dt/ha Stroh) zur Einleitung einer guten und schnellen Strohrotte (mit Grubber, Scheibenegge, Grubber-Scheibeneggen-Kombination).
3. Möglichst zwei bis drei Wochen vor Aussaat Ziehen der Saatsfurche zur Vorbereitung eines gut abgesetzten Saatbettes zeit- und bodenabhängig ohne oder mit Geräten zur Rückverfestigung der Krume.

Auf Flächen (Vorfrüchten) mit Strohräumung oder wenig Ernterückständen fällt mindestens ein Arbeitsgang weniger an als auf Ackerflächen mit viel und unzureichend vorbereiteten Ernterückständen (Ausfallgetreide, Stroh).

Liegt eine kürzere Zeitspanne zwischen Ernte und Aussaat ist es günstiger, die Saatsfurche gleich zu ziehen. Dadurch hat das Saatbett genügend Zeit zum Absetzen und der Besatz mit Ausfallgetreide wird gesenkt, weil die Keimlinge der tief eingearbeiteten Körner nur selten die Bodenoberfläche erreichen.

In beiden Fällen ist mit einer flachen Saatbettbereitung, auch in Kombination mit dem Aussaatvorgang, eine gleichmäßige Saattiefe und damit ein einheitlicher Feldaufgang für eine gezielte Bestandsführung zu sichern.

### 3.6 Aussaat

Der in seiner späteren Entwicklung robuste Roggen reagiert auf Fehler bei der Aussaat mit deutlichen Mindererträgen. Das gilt besonders für die besseren Böden im Thüringer Raum.

#### Saatzeit

Roggen benötigt für die Entwicklung vor Winter mindestens 40 Tage. Ziel sind Pflanzen mit drei bis fünf Trieben.

Für die Thüringer Ackerebene liegt die normale Saatzeit zwischen dem 20. September und 1. Oktober und in Höhenlagen > 400 m zwischen dem 10. bis 20. September. Eine Fröhsaat bringt Mehrerträge, birgt aber die Gefahr von Fritfliegenbefall und durch Blattläuse übertragene Virose. In Anbauregionen, in denen verstärkt Mutterkorn beobachtet wurde, sind die Hinweise im Abschnitt 3.3 zu beachten.

#### Saattiefe

Optimal ist eine Tiefe von 2 bis 3 cm. Tiefere Ablage beeinträchtigt die Bestockungsfähigkeit (Roggen will den Himmel sehen), da der Bestockungsknoten dicht über dem Korn ansetzt. Es werden Halmheber gebildet, die Folge sind wenig bestockte und ungleichmäßig entwickelte Pflanzen. Roggen darf nicht in den Boden „geschmiert“ werden.

#### Reihenentfernung

Bei extremen Dünnsaaten empfiehlt sich eine Breitbandsaat. Die Reihenentfernung sollte 10 bis 16 cm betragen.

#### Saatmenge

Die Saatstärke ist so zu bemessen, dass eine optimale Bestandesdichte von 450 bis 550 Ähren/m<sup>2</sup> erreicht wird. Sie kann umso niedriger liegen, je günstiger die Anbaubedingungen sind. Voraussetzungen für die in Tabelle 7 angegebenen niedrigen Saatstärken sind:

- optimales Saatbett,
- dem Standort angepasste Saatzeit,
- schnelles Auflaufen und
- optimale Vorwinterentwicklung.

**Tabelle 7:** Saatstärke und anzustrebende Bestandesdichte bei Winterroggen/Hybridsaatgut (nach ASSMANN; 2008)

Standort	Saatzeit/Saatbedingungen		
	früh/günstig		spät/ungünstig
Saatstärke	Keimfähige Körner/m <sup>2</sup>		
Löss- und V-Standorte 200 bis 400 m NN	180	200-220	250-270
V-Standorte > 400 m NN	200	220-250	270-300
Bestandesdichte	Pflanzenzahl/m <sup>2</sup>		
Löss- und V-Standorte 200 bis 400 m NN	130-150	150-180	180-230
V-Standorte > 400 m NN	150-170	170-200	200-230

Bei Populationsroggen ist die Saatstärke um 50 kfK/m<sup>2</sup> zu erhöhen.

Die Saatmenge errechnet sich nach der Formel:

$$\text{Saatmenge (kg/ha)} = \frac{\text{Körner je m}^2 \times \text{TKM (g)}}{\text{Keimfähigkeit (\%)}}$$

### Erzeugung von Nachbausaatgut

Ein Nachbau ist nur bei Populationssorten möglich. Wichtig ist die Beizung gegen Schneeschimmel (*Fusarium nivale*) und Stängelbrand. Beide Krankheiten werden z. B. durch die Wasserbeizen Arena C (150 ml/dt), Celest (200 ml/dt), EfA (120 ml/dt), Landor CT (150 ml/dt) und Rubin (150 ml/dt) erfasst. Die Mittelkosten liegen bei ca. 6,50 €/dt. Mutterkorn ist sorgfältig zu entfernen (Tischausleser, Farbsortierer), da auch die modernen Beizen das Auskeimen des Mutterkorns nicht verhindern.

### Mechanische Pflege

Eggen und Striegeln ist bis zum Spitzten der Saat ohne Schäden möglich. Vor dem Aufgang der Saat gebildete Krusten sollten mittels Glieder-Walzen gebrochen, ebenso nach Winterausgang aufgefrorene Saaten angedrückt werden. Eggen oder Striegeln nach dem Auflaufen (ab 3-Blattstadium möglich) muss wegen des hoch liegenden Bestockungsknotens und der flachlaufenden Wurzeln schonend erfolgen. Außerdem können freigelegte Wurzeln durch Frost geschädigt werden.

Wegen der schnellen Jugendentwicklung erübrigt sich nach einer Herbizidbehandlung im Herbst meistens die Frühjahrsbehandlung. Im ökologischen Landbau sind die Aussaatmengen entsprechend der Anzahl vorgesehener mechanischer Pflegegänge zu erhöhen. Es wird mit einem Pflanzenverlust von etwa 10 % je Pflegegang gerechnet.

## **3.7 Pflanzenschutz**

Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) gilt es aus Umwelt- und Kostengründen auf das notwendige Maß zu begrenzen. Dies setzt die Nutzung von Bekämpfungsschwellen (BS), eine angepasste PSM-Auswahl sowie den aktuellen Wissensstand des Anwenders voraus. Außerdem ist es bei der Ausbringung der PSM wichtig, die zulassungsbedingten Auflagen der PSM (z. B. Abstandsaufgaben) einzuhalten und die Applikation nur mit geprüfter Spritztechnik vorzunehmen. Anleitung hierfür geben z. B. das wöchentliche Pflanzenbau-Fax oder die jährlich erscheinenden "Hinweise zum Pflanzenschutz im Ackerbau" der TLL Jena.

Bei jeder Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ist der aktuelle Zulassungsstand sowie die jeweilige Gebrauchsanleitung zu beachten.

### **3.7.1 Unkrautbekämpfung**

Im Winterroggen liegt der Schwerpunkt der Herbizidanwendung im Herbst. Dies gilt insbesondere für Ungrasstandorte (Windhalm, Ackerfuchsschwanzgras), da der Roggen im Frühjahr empfindlicher gegenüber Herbiziden mit Gräserwirkung reagiert. Noch kleiner Windhalm lässt sich im Herbst preiswert mit IPU (soweit dies aufgrund der Auflagen möglich ist) bekämpfen. Aber auch bei dikotylen Unkräutern (Kamille, Vogelmiere, Klettenlabkraut) hat sich die Herbstbehandlung bewährt. Dabei erwies sich die Spritzung in den Auflauf der Unkräuter ab dem Spitzten des Roggens mit z. B. Bacara 0,8 bis 1,0 l/ha am wirtschaftlichsten. Durch das frühe Beseitigen der Unkrautkonkurrenz kann sich der Winterroggen gleichmäßig entwickeln und die Winterfestigkeit verbessert sich. Mögliche Reduzierungen der Herbizidaufwandmengen hängen vor allem vom Besatz an Ungräsern und Klettenlabkraut ab. Besonders bei letzterem Unkraut besteht bei verringerten Mittelmengen die Gefahr der Nachverunkrautung im Frühjahr. Beispiele für die Unkrautbekämpfung sind in der Tabelle 8 dargestellt.

**Tabelle 8:** Bewährte Mittel und Tankmischungen zur Unkrautbekämpfung

Verunkrautung	Mittel/Aufwandmenge (kg/l/ha)	Bemerkungen	Kosten €/ha
Dikotyle und Windhalm	Herbst		
	Bacara 0,8	Klebkraut stark: 1,0 l/ha	38
	Fenikan 2,0	IPU-Auflagen !	35
	Stomp Aqua 2,0 + IPU 500 2,0	IPU-Auflagen !	38
	Frühjahr		
	Azur 2,5	IPU-Auflagen!	39
	Husar OD 0,1 + Mero 0,6	rechtzeitige Anwendung!	41
Dikotyle und Ackerfuchschwanz	Herbst		
	Stomp Aqua 2,0 + Lexus 0,02	evtl. im Frühjahr Nachbehandlung mit Topik (0,5 l/ha)	54
	Malibu 4,0	gute Bodenstruktur (feucht, krümelig) unterstützt die Wirkung	54
	Frühjahr		
	Primus 0,09 + Ralon S 1,0	rechtzeitige Anwendung!	50
Dikotyle, einschließlich Klebkraut	Herbst		
	Primus 0,075 + Pointer SX 0,03	evtl. Nachbehandlung im Frühjahr gegen Klebkraut	30
	Frühjahr		
	Zoom 0,150 + Oratio 40 WG 0,04	einschließlich Ehrenpreis	20
	Artus 0,05 + Primus 0,05	einschließlich Ehrenpreis	37

Die Verlagerung des Behandlungstermins in das Frühjahr bringt ein erhöhtes Risiko für die Wirksamkeit mit sich (Vernässung behindert Spritzung, Unkräuter haben den Winterroggen bereits geschädigt, unkrautabschirmende Wirkung durch bestockte Bestände). Außerdem steigt ab dem Schossen des Winterroggens die Herbizidempfindlichkeit weiter an. Deshalb sollte die Frühjahrsbehandlung mit Herbiziden im Winterroggen auf Ausnahmen begrenzt bleiben. In lagernden Beständen mit starker Spätverunkrautung hat sich die Vorerntebehandlung mit Glyphosat-Produkten (z. B. Roundup UltraMax, Dominator Neotec) ab ES 89 (Kornfeuchte < 25 %) gut bewährt. Diese Maßnahme erleichtert den Mähdrusch und bekämpft auch Wurzelunkräuter (Quecke, Disteln).

### 3.7.2 Bekämpfung von Pilzkrankheiten

In Jahren mit starkem Krankheitsbefall reagiert Roggen durch die Ausbildung eines volleren Korns mit hohen Mehrerträgen (8 bis 10 dt/ha) auf Fungizidbehandlungen. Für Fußkrankheiten (Halmbruch) ist Roggen weniger anfällig, bekämpfungswürdiger Befall liegt selten vor. Gegen Halmbruch ist der Einsatz von Unix oder Radius (ES 30 bis 32) möglich. Beide Präparate haben auch eine Wirkung gegen Rhynchosporium und Mehltau.

Gegen die Blattkrankheiten steht eine breite Palette an Fungiziden zur Verfügung. Große Schäden verursachen die Rostkrankheiten (vor allem der Braunrost). Eine Bekämpfung des Braunrostes (möglichst zu ES 49) ist besonders bei Hybridsorten einzuplanen (Tab. 9). Auch bei Populationssorten sollte nur auf den ertragsschwachen Standorten auf eine Behandlung verzichtet werden. Mutterkornbefall ist zzt. nicht mit Fungiziden bekämpfbar. Hier helfen nur pflanzenbauliche Maßnahmen (Abschnitt 3.3).

**Tabelle 9:** Ausgewählte Mittel und Tankmischungen gegen Krankheiten

Krankheiten	Strategie	Fungizid Aufwandmenge in kg/l/ha	ES	Kosten €/ha
Braunrost und andere Blattkrank- heiten	Standard	Priori Xtra (0,8)	49 - 55	40
		Folicur (1,0)	59 - 61	31
		Opus Top (1,25)	59 - 61	45
starker Frühbefall Rhynchosporium	Vorlage	Harvesan (0,7)	30 - 39	26
		Flamenco FS (1,5)	30 - 39	30
	Folgebehandlung	Opus Top (1,0)	59 - 61	36
		Alto 240 EC (0,4)	59 - 69	27
Starker Frühbefall Mehltau u. a. Blattkrankheiten	Vorlage	Vegas (0,2)	30 - 39	16
		Pronto Plus (1,0)	30 - 39	24
	Folgebehandlung	Opus Top (1,0)	59 - 61	36
		Alto 240 EC (0,4)	59 - 69	27

### 3.7.3 Bekämpfung tierischer Schaderreger

Als tierische Schädlinge treten in erster Linie Blattläuse und die in den Blattscheiden versteckt lebenden Thripse auf. Herbst- oder Frühjahrsbefall mit Blattläusen ist wegen der möglichen Übertragung des Gelberzwergungsvirus (meist bei Fröhsaaten) und der Saugschäden von Bedeutung. Insektizidapplikationen sind in der Regel nicht erforderlich, sie sollten nur unter Beachtung von Warndienstmeldungen und erst nach Erreichen der Bekämpfungsschwelle (> 25 Läuse/Pfl.) erfolgen (Tab. 10). Nach Fröhsaaten ist u. U. mit Fritfliegenbefall zu rechnen. Karate Zeon besitzt gegen diesen Schädling eine Zulassung (75 ml/ha).

**Tabelle 10:** Ausgewählte Mittel gegen Insekten

Schaderreger	Insektizid (Aufwandmenge in g/ml/ha)	Kosten (€/ha)
Blattläuse als Saugschädlinge	Biscaya (300); Fastac SC SuCo (125); Karate Zeon (75); Talstar 8 SC (100)	10 bis 16
Blattläuse als Virusvektoren	Decis Flüssig (300); Fastac SC SuCo (125); Karate Zeon (75); Sumicidin Alpha EC (200)	8 bis 10
Getreidehähnchen	Biscaya (300); Fastac SC SuCo (100); Karate Zeon (75); Talstar 8 SC (100)	8 bis 16
Thripse	Karate Zeon (75); Talstar 8 SC (125); Trafo WG (150)	8 bis- 10

### 3.7.4 Halmstabilisierung

Die Behandlung mit Wachstumsreglern ist eine Standardmaßnahme im Roggen. Nur in dünnen, schlecht ernährten Beständen sowie auf extrem leichten Standorten ist von einer Behandlung abzuraten. Das Lagerrisiko ist wegen der geringen Standfestigkeit vieler Roggensorten hoch. Lager führt zu Ertragseinbußen, erschwert die Ernte und fördert den Auswuchs. Über die Bildung von Nachschossern erhöht sich das Risiko des Mutterkornbefalles.

Auf guten Standorten hat sich die Vorlage von CCC (Tab. 11) bewährt. CCC kann ab ES 30 eingesetzt werden. Die Orientierung auf eine einmalige Anwendung von Moddus, Camposan oder Medax Top birgt die Gefahr, dass bei feuchter Witterung (eingeschränkte Befahrbarkeit der Fläche) der optimale Termin nicht eingehalten werden kann. Vor allem bei stark lageranfälligen Sorten bringt eine Splittinganwendung mehr Sicherheit. Für die Folgespritzung gilt in der Regel, je später der Termin liegt bzw. je höher die Temperaturen sind, umso niedriger muss die Aufwandmenge sein.

Nach sehr später Behandlung (> ES 37) mit Moddus werden die Bestände unruhig, wodurch sich die Blütezeit verlängert und Infektionen mit Mutterkorn zunehmen können. Deshalb sollte man Moddus möglichst frühzeitig einsetzen.

**Tabelle 11:** Ausgewählte Strategien zur Halmstabilisierung (AWM l/ha)

Standfestigkeit	ES 30-31	ES 32-37	ES 37-49	Kosten €/ha
hoch	CCC (0,8 - 1,0)	Moddus (0,3 - 0,4)	oder: Camposan E (0,4 - 0,6)	15 - 25
mittel	CCC (0,8 - 1,0)	Moddus (0,3) evtl.: + CCC (0,3 - 0,5)	evtl.: Camposan E (0,2 - 0,6)	19 - 39
gering	CCC (1,0 - 1,2)	Moddus (0,3) evtl.: + CCC (0,8)	evtl.: Camposan E (0,2 - 0,6)	20 - 40
	CCC (0,8 - 1,2) + Moddus (0,2 - 0,3)	-	Camposan E (0,2 - 0,6)	20 - 38
	Medax Top (0,75)+ Turbo (0,75)	-	Camposan E (0,2 - 0,6)	26 - 38

CCC = CCC 720;

Standfestigkeit gering = *Amato, Boresto, Dukato, Fugato, Matador, Nikita, Rasant, Visello*

### 3.8 Ernte

Der Mähdrusch (80 bis 100 €/ha in Lohnarbeit [höhere Beträge incl. Dieselkraftstoff]) mit Anbauhäcksler (ca. 2,50 bis 5 €/ha) stellt die Vorzugsvariante für alle Flächen dar, von denen Stroh nicht geborgen werden soll.

Eine maximale Druschleistung mit Gesamternteverlusten von <5 % ist anzustreben.

Roggen besitzt eine mittlere Mähdruscheignung. Optimale Druschvoraussetzungen liegen beim Erreichen der Totreife vor. Ausfallverluste sind jedoch nicht zuzulassen. Zur Sicherung der Qualität (Fallzahl) ist zum frühestmöglichen Zeitpunkt zu dreschen. Er wird bestimmt durch die Auswuchsfestigkeit der Sorten, das Lager und die Witterung. Bestände mit Lager sind vorrangig zu ernten, das gleiche gilt bei auswuchsfördernder Witterung, selbst wenn zusätzliche Trocknungskosten anfallen.

Bei der Einstellung des Mähdreschers ist der festere Kornsitz des Roggens zu berücksichtigen. Korbweite und Trommeldrehzahlen sind in Abhängigkeit von der Kornfeuchte, Menge und Feuchte des Strohes so zu wählen, dass die Dreschwerksverluste unter 1,5% liegen.

Anforderungen an das Erntegut und zusätzliche Aufwendungen:

naturtrockenes Korn < 14,5 % Feuchte

ab 14,6 % Feuchte Trocknungskosten

bei 15,5 % Feuchte: im Thüringer Mittel 1,16 €/dt (für jedes weitere % Feuchte: 0,35 €/dt) zusätzlich Masseabzug für Trocknungsschwund und Besatz > 1 %.

Die Abstufungen für Trocknungskosten und Masseabzug sind zwischen den Händlern unterschiedlich.

Reinigungskosten ab 1 % Besatz:      möglich 3,0 % Besatz 0 bis 0,40 €/dt  
(größere Differenzen in den Händlerkonditionen)

#### Strohnutzung

Roggenstroh ist als Futter wenig geeignet. Verwendungszweck sind: Strohdüngung, Einstreu und Brennstoff.

Für eine schlagkräftige Strohbergung stehen mit Rund- und Quaderballenpressen leistungsfähige Schlüsselmaschinen zur Verfügung (Tab. 12). Zur Sicherung einer qualitätsgerechten Strohernte und schnellen Räumung der Flächen muss vor allem in den Folgepro-

zessen Umschlag und Transport eine ausreichende Leistung gesichert werden. Die Nutzung vorhandener Umschlagtechnik (Mobilkräne, Front- und Radlader) sowie konventioneller Anhänger stellt aus der Sicht der Maschinenkosten eine Alternative zu den relativ teuren Ballenladewagen dar. Bei einer ausreichenden Kampagneleistung (große Stroherntefläche mit kurzer Transportentfernung) überwiegen die Vorteile der echten Einmannbedienung dieser Spezialtechnik für Laden, Transport und Entladen, insbesondere in Betrieben mit Lohnarbeitskräften.

**Tabelle 12:** Kosten und Arbeitsaufwand von Strohbergeverfahren  
(Transportentfernung 5 km, erntbarer Strohertrag 45 dt/ha, incl. Zinsansatz 3,5 %)

Position	ME	Rundballenpresse 120 kg/m <sup>3</sup> Ballentransport mit Anhänger	Quaderballenpresse 140 kg/m <sup>3</sup> Ballentransport mit Anhänger
Zeitbedarf Pressen	AKh/ha	0,8	0,5
Zeitbed. Umschlag u. Transport	AKh/ha	2,2	1,5
Arbeitskräfte f. Umschlag und Transport	-	6 (4 TE)	7 (5 TE)
Kosten Pressen	€/t	16,5	16,7
Kosten Umschlag und Transport	€/t	21,1	13,9
Kosten Zwischensumme	€/t	37,6	30,6
Kosten Lagerung (40 €/m <sup>3</sup> BRI <sup>1)</sup> )	€/t	27,9	23,9
Verfahrenskosten incl. Lagerung	€/t	65,5	54,5

<sup>1)</sup> BRI = Brutto-rauminhalt

Der Wert des organischen Düngers (Nährstoffgehalt mit Mineraldüngerpreisen angesetzt) deckt nur in Hochpreisphasen für Düngemittel die relativ hohen Kosten der Strohbergung und der in der Regel zweistufigen Stalldungausbringung. Deshalb sollte der Strohbedarf auf das notwendige Maß begrenzt werden.

Die Strohverteilung auf dem Feld (Mehraufwendungen: 7 bis 8 €/ha variable Maschinenkosten beim Mähdrusch + 2 €/ha variable Kosten und 0,2 AKh/ha für zusätzliche Stickstoffausgleichsdüngung) ist deutlich kostengünstiger.

Dieser Vorteil greift jedoch nur voll, wenn das Stroh beim Dreschen in guter Qualität gehäckselt und verteilt wird, insbesondere bei pflugloser Bestellung der Nachfrucht.

Die sehr hohen Stroherträge beim Winterroggen stellen dabei besonders hohe Anforderungen an den technischen Zustand und die Einstellung des Häckslers am Mähdrescher.

### 3.9 Nachbehandlung, Aufbereitung und Vermarktung

Erntegut mit >15 % Feuchte muss vor der Einlagerung getrocknet werden. Zuvor ist jedoch Schwarzbesatz zu entfernen, da er die Trocknungskosten erhöht, die Fließfähigkeit vermindert und die Durchlüftung des Gutes einschränkt.

Lagerhaltung erfordert belüftbare Kapazität, Trocknungs- und Reinigungsanlagen sowie rationelle Gestaltung des innerbetrieblichen Transports und Umschlags. Erwärmungen auf > 45 °C sind auszuschließen, um Keimschäden zu vermeiden. Sind keine eigenen Anlagen vorhanden, wäre bei Bedarf in Lohnleistung zu trocknen. Die Kosten für die Ein- und Auslagerung sowie den zusätzlichen Transport sind i. d. R. so hoch, dass ein Sofortverkauf nicht lagerfähiger Ware in vielen Fällen sinnvoller erscheint (Tab. 12).

Voraussetzungen für eine mittelfristige Lagerung von Getreide im Betrieb sind:

- Feuchtegehalte < 14,5 % in der gesamten Partie,
- Belüftungs- oder Kühlmöglichkeiten und
- Vermeidung von Erwärmung > 45 °C.

Unter ungünstigen Witterungsbedingungen gedroschene und inhomogene Partien (ungenügende Ausreife, Anteil von Zwiewuchs und unreifes Fremdgetreide) erfordern eine Trocknung des Erntegutes. Dem Trocknungsprozess sollte immer eine Reinigung vorausgehen, diese erhöht seine Wirksamkeit und spart Energie und Kosten.

Kaltbelüftung und Kühlung sind zu bevorzugen, bei Warmlufttrocknung darf die Temperatur 45 C nicht überschreiten (Keimschäden).

Als Entscheidungshilfe für die Lagerung im eigenen Betrieb oder im Fremdlager sind vom Preisangebot nach Lagerung die Aufwendungen für die Lagerung abzuziehen (Tab. 13). Liegt das Preisangebot zur Ernte über der ermittelten Differenz, so sollte dem Sofortverkauf zur Ernte der Vorrang gegeben werden.

Indirekte monetäre Gründe für die Nutzung bzw. Erweiterung eigener Lagerkapazitäten können logistische Probleme beim Transport sein, die sich bei den überdurchschnittlich hohen Tageserntemengen im Winterroggen besonders auswirken.

**Tabelle 13:** Kosten für Lagerung und Umschlag von Getreide

Kostenart	ME	Fremdlagerung bzw. -leistung	innerbetriebliche Lagerung
Finanzierung bei 5 % Zinsansatz	€/dt u. Monat	0,05	0,05
Lagerung	€/dt u. Monat	0,10 - 0,25	0,05 <sup>1)</sup>
Ein- und Auslagerung	€/dt	0,40 - 0,80	0,23 <sup>2)</sup>
Schwund und Risiko (0,2 %/Monat)	€/dt u. Monat	-	0,02
Summe bei 5 Monaten Lagerdauer	€/dt	1,15 - 2,30	0,84

<sup>1)</sup> nur variable Kosten, die Festkosten für die Lagerung können bei Neuinvestitionen (120 €/t) bis zu 0,17 €/dt und Monat betragen

<sup>2)</sup> Ein- und Auslagerungskosten für einen Teleskoplader einschließlich Personalkosten (45 €/h/ 40 t/h x 2)

Vor der Vermarktung sollte das Erntegut entsprechend der geforderten Qualitätsparameter aufbereitet werden, wenn die Abschläge für Qualitätsminderung die Kosten der Aufbereitung überschreiten. Preisrelevante und durch die Aufbereitung beeinflussbare Qualitätsparameter sind Hektolitergewicht, Bruchkornanteil, Schwarz-, Korn- und Mutterkornbesatz.

## 4 Verfahrensökonomie

Auf den Standorten, wo mit niedriger und mittlerer Intensität Winterroggen in Nahrungsqualität (u. a. Fallzahl > 130 sec, Hektolitergewicht > 71 kg und Auswuchs < 2,5 %, Mutterkornanteil < 0,05 %) erzeugt und vermarktet werden kann, erzielt diese Getreideart Wettbewerbsvorteile. Die Preise für Brotroggen bewegen sich knapp unter Futterweizenniveau (9 %).

Der Erzeugerpreis für Brotroggen zur Ernte wird in Höhe des mehrjährigen Durchschnittes (2004 bis 2008) nach Angaben der ZMP für Thüringen mit 12,00 €/dt angesetzt. Für Futterqualität liegt der Erzeugerpreis 1,00 €/dt darunter. Aus Umsatzanteilen von 75 % Brot- und 25 % Futterqualität resultiert der unterstellte Erzeugerpreis von rd. 11,80 €/dt.

Wegen der erheblichen Volatilität der Erzeugerpreise seit dem Spitzenjahr 2007 erfolgt die Berechnung einer 2. Variante mit der Preisprognose auf dem Niveau ex Ernte 2008.

Bei einer auf 65 dt/ha Ertragserwartung ausgerichteten Anbauintensität entstehen im Vergleich zu den übrigen Wintergetreidearten relativ niedrige Spezialkosten (Tab. 14). Sie resultieren aus geringeren Aufwendungen an Stickstoff und Herbiziden (für alle Ertragsstufen zutreffend) sowie Einsparungen bei Fungiziden und Insektiziden, mit Ausnahme intensiv geführter Hybridsorten. Der beim Winterroggen i. d. R. notwendige Einsatz von teureren Wachstumsregulatoren (Moddus bzw. Medax Top) kompensiert die genannten Effekte nur teilweise.

Hybridsaatgut, das zu 85 % bei mittlerem und zu 100 % bei hohem Ertragsniveau zum Einsatz kommt, verursacht bei einer Saatstärke von 2 Einheiten/ha rd. 35 €/ha Mehrkosten gegenüber Populationsroggen (120 kg/ha). Zu deren Deckung reicht ein Mehrertrag von knapp 3 dt/ha. Wegen der jüngsten außerordentlichen und z. T. nicht kalkulierbaren Entwicklung der Düngepreise kommen diese mit Beträgen aus der Erhebung Ende 2008/ Anfang 2009 zum Ansatz, wo sie bei weitem noch nicht in dem Maße nachgeben haben wie die Erzeugerpreise. Die Grunddüngerkosten stammen allerdings aus dem Zeitraum, in welchem sie sachlogisch auch verursacht worden sind. Das trifft jedoch nur dort zu, wo entgegen der in vielen Unternehmen gängigen Sparpraxis Grunddünger gezielt gestreut und damit im Sinne der Ertrags- und Qualitätssicherung gehandelt wird.

Für die Berechnung der Trocknungs- und Reinigungskosten wird für mittlere Verhältnisse angenommen, dass bei einem Ertrag von 55 dt/ha 50 % sowie bei 65 und 75 dt/ha 40 % der Erntemenge zu 0,29 €/dt gereinigt und jeweils 25 % der Erntemenge zu 1,16 €/dt getrocknet werden müssen.

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) und eigene Erfahrungen ein. Die Unterlagen können bei den Autoren und im AINFO (<http://www.tll.de/ainfo> unter Schlagworte Richtwerte) eingesehen werden.

Den Personalkosten liegt der kalkulierte Arbeitszeitbedarf zugrunde, wobei die Arbeitskraftstunde mit 9,04 € + 50 % Nebenkosten berechnet ist (Entgelttarifvertrag; Lohngruppe 5).

Die ausgewählten Schlüsselmaschinen der gehobenen Leistungsklasse (u. a. 140 kW Schlepper für die Bodenbearbeitung und 175 kW Mähdrescher) ermöglichen auf Schlägen mittlerer Größe (20 ha) ein rationelles Arbeitsverfahren. Der technologisch gebundene Arbeitszeitbedarf beträgt bei Vermarktung zur Ernte 4,7 bis 5,6 AKh/ha. Bei 1 800 h produktiv verfügbarer Arbeitszeit im Jahr wären damit von einer Arbeitskraft 380 bis 320 ha zu bewirtschaften, wenn sich durch extreme Arbeitszeitverschiebung alle Arbeitsspitzen brechen ließen. Die durch die Umsetzung der Arbeitsgangfolge in den Jahres- und Betriebsablauf objektiv entstehenden Vorhaltekosten für die Arbeitskräfte sind in angemessenem Umfang vom Endprodukt zu tragen.

Die Personalkosten enthalten dafür einen Zuschlag von 50 % (max. 2,5 AKh/ha) für nicht termingebundene Arbeiten und sind somit nach bisherigen Erfahrungen eher knapp angesetzt. Insgesamt resultieren daraus Personalkosten für die Feldproduktion von rd. 100 bis 110 €/ha. Dagegen erscheinen die Abschreibungen von 110 bis 125 €/ha im Praxisvergleich relativ hoch, weil der komplette Maschinenbesatz (1 300 bis 1 440 €/ha) mit Wiederbeschaffungspreisen berechnet wurde. Maßgeblichen Anteil an der Höhe des Betrages haben Mähdrescher (Neuwert 400 €/ha) und Schlepper (0,46 bis 0,53 kW/ha).

Wenn Roggen mit einem Durchschnittspreis aus den Jahren 2004 bis 2008 von 12 €/dt für Brotroggen und 11 €/dt für die anteilige Futterware produziert wird, fehlen ohne Prämien rd. 265 bis 305 €/ha zu Kostendeckung (Tab. 14). Der mit steigendem Ertrag wachsende Fehlbetrag ist darauf zurückzuführen, dass die weitestgehend ertragsproportionalen Spezialkosten inzwischen den größten Anteil am Gesamtaufwand ausmachen und die Kostendegressionseffekte bei der Arbeitserledigung und den Festkosten überkompensieren.

Bei Erntepreisen des Jahres 2008 (15,20 bzw. 14,10 €/dt) reduziert sich der Fehlbetrag auf rd. 90 bis 65 €/ha.

Mit Berücksichtigung der Ackerflächenprämie (rd. 300 €/ha) als die dem Verfahren zustehende Komponente der Betriebsprämie ergibt sich bei mittlerem Preisniveau ein Beitrag zum Betriebsergebnis von rd. 30 €/ha bei niedrigen Ertragsniveau während bei hohem noch ein Verlust von rd. 5 €/ha entsteht.

Damit nimmt Winterroggen vor Wintergerste von den Umsatz bestimmenden Druschfrüchten einen hinteren Platz ein.

Je stärker das Preisniveau von Betriebsmitteln und der Ernteware auseinander driftet, umso größer wird das Risiko für die Wirtschaftlichkeit von Ertrag steigernden Maßnahmen. Jede Intensivierungsmaßnahme, mit der sich Ertrag steigern bzw. Verlust vermeiden lässt, hat nur so lange Sinn, wie der abzuschätzende finanzielle Mehrertrag mit hoher Wahrscheinlichkeit deren Kosten übertrifft. Dabei ist auch der Qualitätssicherung ein bedeutender Stellenwert zuzumessen (Fallzahl, Auswuchs, Mutterkorn- und Kornbesatz sowie Hektolitergewicht). Mit Abschaffung der Intervention hat Roggen beim Verkauf auf dem freien Markt nur als Brotqualität Chancen. Das bei unzureichender Anbaueinschränkung eintretende Überangebot dürfte sowohl auf den Preis von Nahrungsroggen aber vor allem auf die Futtergetreidepreise insgesamt erheblichen Druck ausüben. Unter Thüringer Standortverhältnissen ist die Einschränkung des Anbaues auf den Bedarf der Mühlenindustrie möglich und anzuraten. Zurückhaltung im Anbau erscheint solange geboten bis die zunehmende non food- Verwertung spürbare Marktentlastungen und damit preisbefestigende Wirkungen nach sich zieht. Durch die Lagerhaltung verbessert sich der wirtschaftliche Erfolg nur ab einem Preisvorteil gegenüber der Erntevermarktung von  $> 1,70 \text{ €/dt}$ . Ohne Festkosten für die Lagerung liegt die Mindestpreisdifferenz bei  $1,20 \text{ €/dt}$  und damit deutlich über dem mehrjährigen Mittelwert der Händleraufschläge von  $0,35 \text{ €/dt}$ . Bei Winterroggen bietet sich vorzugsweise Lagerhaltung von qualitätssicherer Kontraktware für die Mühlenindustrie oder von abgestuften Partien zur Fütterung im eigenen Betrieb an.

**Tabelle 14:** Richtwerte für Leistungen und Kosten der Winterroggenproduktion bei drei Intensitätsstufen mit Vermarktung zur Ernte

Position	ME	Ertragsniveau (dt/ha)				
		55	65	75		
<b>Leistungen</b>	Marktware Absatz	€/dt dt/ha €/ha	11,8 54,3 638	11,8 64,9 763	11,8 75,0 881	
	Innenumsatz Saatgut	€/dt dt/ha €/ha	11,8 0,7 8	11,8 0,1 1	11,8 0 0	
	<b>Summe Umsatz</b>	dt/ha €/ha	55 646	65 764	75 881	
	<b>Direktkosten</b>	Saatgut	€/ha	53	92	99
		Düngemittel	€/ha	164	194	223
		Pflanzenschutzmittel	€/ha	101	125	155
Aufbereitung und Sonstiges		€/ha	28	32	36	
<b>Summe</b>		€/ha	346	442	514	
<b>Arbeitserledigungskosten</b>	Unterhaltung Maschinen	€/ha	75	79	84	
	Kraft- u. Schmierstoffe	l/ha	79	83	88	
	Kraft- u. Schmierstoffe	€/l 0,85 €/ha	67	71	74	
	Maschinenvermögen	€/ha	1307	1374	1444	
	Schlepperleistungsbesatz	kW/ha	0,46	0,49	0,53	
	AfA Maschinen	€/ha	112	119	125	
	Arbeitszeitbedarf termingebunden	AKh/ha	4,7	5,1	5,6	
	Arbeitszeitbedarf nicht termingebunden	AKh/ha	2,5	2,5	2,5	
	Personalkosten 9,04€/h Neb.k. 50%	€/ha	98	103	109	
	Lohnarbeit	€/ha	0	0	0	
<b>Summe</b>	€/ha	353	372	392		
Leitung u. Verw. (Personalk.)	Anteil an Produktion 40%	€/ha	39	41	44	
<b>Arbeitserl. incl. L+V</b>	<b>Summe</b>	€/ha	392	413	436	
<b>Kosten für Zahlungsansprüche</b>		€/ha				
<b>Gebäudekosten</b>	Vermögen	€/ha	0	0	0	
	Unterhaltung	€/ha	0	0	0	
	AfA	€/ha	0	0	0	
	<b>Summe</b>	€/ha	0	0	0	
<b>Flächenkosten</b>	Pacht	€/BP 3,0	BP 35	45	55	
		€/ha	105	135	165	
<b>Sonstige Kosten</b>	Berufsgenossenschaft	€/ha	20	20	20	
	sonstiger allg. Betriebsaufwand	€/ha	50	50	50	
	<b>Summe</b>	€/ha	70	70	70	
<b>Summe Kosten</b>		€/ha	913	1061	1185	
<b>Beitrag zum prämienfreien Betriebsergebnis</b>		€/ha	-267	-297	-304	
<b>Flächenzahlungen</b> 7% Mod.		€/ha	299	299	299	
<b>Beitrag z. Betriebserg. incl. Flächenzahlungen</b>		€/ha	32	3	-4	
<b>Beitrag zum Betriebseinkommen</b>		€/ha	275	282	314	
<b>Beitrag zum Cash flow I</b>		€/ha	145	121	121	
<b>Kapitalbindung</b> (50% Sachanl.; 60% var. Kosten + Pers.kost.)		€/ha	1029	1129	1217	
<b>Zinsansatz</b> 3,5%		€/ha	36	40	43	
<b>Beitrag z. Betriebserg. incl. Flächenzahl. u. Zinsansatz</b>		€/ha	-4	-37	-47	
<b>Deckungsbeitrag prämienfrei</b>		€/ha	158	171	209	
<b>Gewinnschwellenpreis incl. Flächenzahlungen</b>		€/dt	11,8	12,3	12,4	