

# Roggen Anbau und Vermarktung





## Impressum

Herausgeber:  
**Roggenforum e.V.**  
 Postfach 1197  
 29296 Bergen

www.roggenforum.de  
 info@roggenforum.de

### Autorin:

**Gesche de Vries**  
 N.U. Agrar GmbH, Schackenthal

### Mit Gastbeiträgen von:

**Prof. Frank Ellmer, Michael Baumecker**  
 Humboldt-Universität Berlin

**Holger Hanff, Dr. Lothar Adam**  
 Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft  
 und Flurneuordnung Brandenburg

**Dr. Ulrich Lehrke**  
 Landwirtschaftskammer Niedersachsen

**Dr. Hubertus Heilmann, Dr. Eckhard Lehmann**  
 Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft  
 und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern

**Dr. Mathias Schindler**  
 Landwirtschaftskammer Niedersachsen

### 1. Auflage

Hannover und Bergen, Juni 2006

## Inhalt

<b>1. Vorwort</b>	<b>7</b>
<b>2. Roggenmarkt</b>	<b>8</b>
2.1 Historischer Rückblick	8
2.2 Entwicklung der Anbauflächen	8
2.2.1 National	8
2.2.2 International	11
2.3 Verwertung	12
2.4 Interventionsroggen	13
2.5 Ausblick	14
<b>3. Ökonomie</b>	<b>15</b>
3.1 Wirtschaftlichkeit des Roggenanbaus in Mecklenburg-Vorpommern	15
3.2 Wirtschaftlichkeit des Roggenanbaus in Brandenburg	20
3.3 Wirtschaftlichkeit des Roggenanbaus in Niedersachsen	24
<b>4. Verwertungsperspektiven</b>	<b>28</b>
4.1 Roggen als Brotgetreide	28
4.2 Roggen in der Tierernährung	29
4.2.1 Nährstoffgehalte von Roggen	29
4.2.2 Ergebnisse aus Fütterungsversuchen	29
4.2.3 DLG-Empfehlung	29
4.3 Roggen für die Biogasproduktion	30
4.3.1 Anforderungen an die Ausgangsstoffe	31
4.3.2 Einsatzmöglichkeiten von Roggen	32
4.3.3 Einfluss der Produktionstechnik auf die Biomasseproduktion	33
4.3.4 Wirtschaftlichkeit des Energiepflanzenanbaus für die Biogasanlage	34
4.4 Roggen zur Ethanolgewinnung	40
4.4.1 Politische Rahmenbedingungen	40
4.4.2 Anforderungen an den Rohstoff Getreide für die Ethanolgewinnung	41



4.4.3 Produktionstechnik	42
4.5 Roggen in der thermischen Verwertung	44
4.5.1 Einsatzmöglichkeiten von Roggen	44
4.5.2 Vor- und Nachteile von Roggen als Brennstoff	45
4.5.3 Ethische Betrachtungen	45
<b>5. Pflanzenbauliche Grundlagen</b>	<b>46</b>
5.1 Standortansprüche	46
5.2 Wachstum und Ertragsbildung	46
5.3 Fruchtfolgegestaltung	49
5.4 Fruchtfolgekrankheiten	50
5.4.1 Nematoden	50
5.4.2 Cephalosporium – Streifenkrankheit	51
<b>6. Ergebnisse aus Feldversuchen am Standort Thyrow/Brandenburg</b>	<b>54</b>
6.1 Versuchsstandort	54
6.2 Nährstoffmangelversuch mit Winterroggen in Selbstfolge	55
6.3 Feldversuch zur Ertragsentwicklung von Winterroggen in Monokultur	56
6.4 Feldversuch zum Vergleich von Pflugsaat und Direktsaat bei Winterroggen	57
6.5 Ergebnisse	58
<b>7. Wirtschaftliche Anbauverfahren</b>	<b>59</b>
7.1 Sortenwahl	59
7.2 Aussaat	59
7.2.1 Einfluss von Saatzeit und Saatstärke auf den Roggenertrag	59
7.2.2 Wasser als ertragsbegrenzender Faktor	63
7.3 Düngung	64
7.3.1 Stickstoff	64
7.3.2 Versorgung mit Grundnährstoffen und Spurenelementen	70
7.4 Pflanzenschutz	72
7.4.1 Wachstumsregler	72

7.4.2 Fungizideinsatz	74
7.4.3 Herbizidstrategien	78
7.4.4 Beispiele für die Produktionsplanung	80
<b>8. Zusammenfassung</b>	<b>82</b>
<b>9. Literatur- und Quellenverzeichnis</b>	<b>86</b>
<b>10. Bildnachweis</b>	<b>88</b>



## Vorwort

Roggen hat Zukunft: Als gesundes Brotgetreide, als leistungsstarke Futterkomponente und als vielseitig einsetzbarer nachwachsender Rohstoff.

Durch die Entwicklung neuer Märkte kann der Bedarf an Roggen in den Getreidewirtschaftsjahren 2005/06 und 2006/07 nur durch Freigaben aus der Intervention gedeckt werden. Zudem besteht immer wieder eine rege Nachfrage aus dem europäischen Ausland. Selbst in Polen konnte der Brotroggenbedarf wiederholt nicht mehr aus der heimischen Produktion gedeckt werden. Da die Roggeninterventionslager in Kürze geleert sein werden, ist mit einer verstärkten Ausdehnung des Roggenanbaus auch auf den mittleren Standorten zu rechnen.

Vor diesem Hintergrund veröffentlicht das Roggenforum e.V. diese Broschüre zum wirtschaftlichen Anbau und zur gewinnbringenden Vermarktung von Roggen. Sie finden umfassende und praxisbezogene Informationen zum modernen Anbau von der Aussaat bis zum gezielten Pflanzenschutz.

Hintergrundwissen zum Einsatz von Roggen als nachwachsendem Rohstoff und Fakten zum nationalen und internationalen Roggenmarkt nehmen ebenfalls einen breiten Raum ein.

Ist Hybridroggen wettbewerbsfähiger als Stoppelweizen? Was lohnt: Roggen oder Brache? Ist Roggen in Monokultur wirtschaftlich? Dies sind Beispiele für die wichtigen Fragen, zu denen Ihnen die Autoren Antworten geben.

Die Erzeugerpreise werden durch die Stabilisierung des Roggenmarktes voraussichtlich künftig nicht mehr so stark schwanken und der Roggenpreis wird sich vermutlich wieder dem Weizenpreis annähern. Dennoch gilt es für den Landwirt, ein Gespür für den jeweils aktuellen Markt zu entwickeln und sich für die optimale Vermarktungsstrategie zu entscheiden, um mit dem Roggenanbau Geld zu verdienen.

Dr. Harald Isermeyer  
Vorstand Roggenforum e.V.

Dr. Wilfried von Gagern  
Vorstand Roggenforum e.V.

## 2. Roggenmarkt

### 2.1 Historischer Rückblick

Die Tradition des Roggenanbaues in Mitteleuropa begann etwa zur Zeit der Völkerwanderung mit den westlich wandernden Slawen. Östlich der Elbe, auf den weiten diluvialen Sandgebieten Mecklenburgs, Pommerns und Brandenburgs hatte sich das früheste und dauerhafteste Areal seines eigenständigen Anbaus herausgebildet. Zunächst wuchs der Roggen oft als Unkraut, allmählich erhielt er in den ungünstigeren Regionen den Vorzug vor Hirsen, Buchweizen und Weizen. Im 12. und 13. Jahrhundert entwickelte er sich in vielen Gebieten zur Hauptbrotrfrucht und übertraf über Jahrhunderte die Stellung



des Weizens. Besonders von Bedeutung für die damalige Zeit ist, dass mit dem Roggenanbau der Winterfeldbau in der Landwirtschaft in Form eines Daueranbaus Einzug hielt. Als Nahrungsgetreide konnte er somit auch der rasch wachsenden Bevölkerungszahl Rechnung tragen. Das Roggenmehl blieb vor allem der Landbevölkerung vorbehalten, während in den Städten zunehmend der Weizen nachgefragt wurde. Für die sandigen Standorte war später die Einführung des Kartoffelanbaues bedeutsam, welcher sich als Sommerkultur ideal mit der Winterung Roggen ergänzte. (Holger Hanff und Dr. Lothar Adam, LVL Brandenburg)

### 2.2 Entwicklung der Anbauflächen

#### 2.2.1 National

Die politischen Rahmenbedingungen für die Vermarktung des Roggens in Deutschland haben sich in den letzten Jahren sehr verändert: Wurden im Durchschnitt der Jahre 1990–2001 rund 800.000 Hektar Roggen ange-

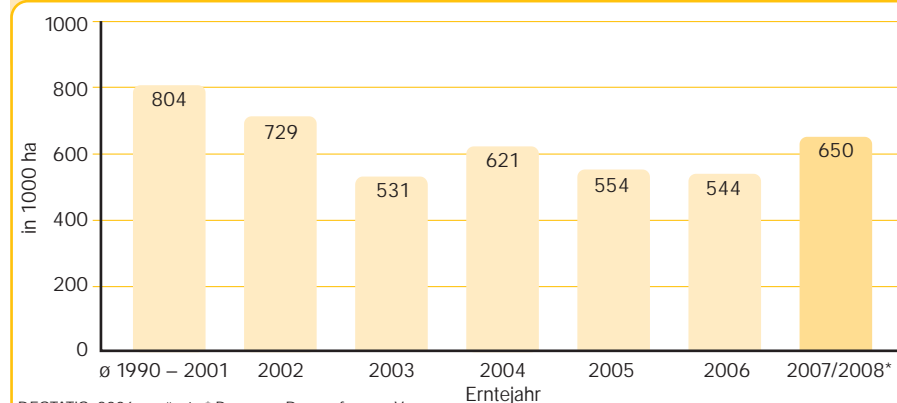
Jahrhundertlang war Roggen in vielen Gebieten die Hauptbrotrfrucht.

baut, reduzierte sich die Fläche, aufgrund der angekündigten Abschaffung der Roggenintervention und den damit verbundenen Unsicherheiten, bis auf einen Tiefstand von 531.000 Hektar im Jahr 2003 (Abbildung 2-1). Durch die wetterbedingt geringe Erntemenge von nur rund 2,3 Millionen Tonnen wurde Roggen 2003 dann zur Mangelware. Die Nachfragen der Mühlen und der Mischfutterindustrie konnten nur aus Freigaben der Intervention gedeckt werden. Die Preise stiegen regional Ende März 2003 bis auf über 14 EUR/dt. Aus dieser Situation erhöhte sich im Herbst 2003 die Aussaatfläche wieder deutlich auf 621.000 Hektar – trotz der intensiven Diskussion um ein bevorstehendes Ende der Roggenintervention.

Zur Ernte 2004 wurde die Intervention dann beendet. Erstmals wurde Roggen ohne staatliche Unterstützung vermarktet, außerdem drückten die vollen Interventionslager zusätzlich auf den Markt. Die Landwirte senkten daraufhin die Aussaatfläche im Herbst 2004 auf 554.000 Hektar. Mittlerweile entwickelten sich aber bereits neue Absatzmärkte in den Bereichen Fütterung und Nachwachsende Rohstoffe. So blieb die Aussaatfläche im Jahr 2005 mit 544.000 Hektar relativ stabil (Tabelle 2-1). Innerhalb der nächsten zwei Jahre dürfte sich die Roggenanbaufläche auf rund 650.000 Hektar erhöhen. (ROGGENFORUM e.V., 2006).

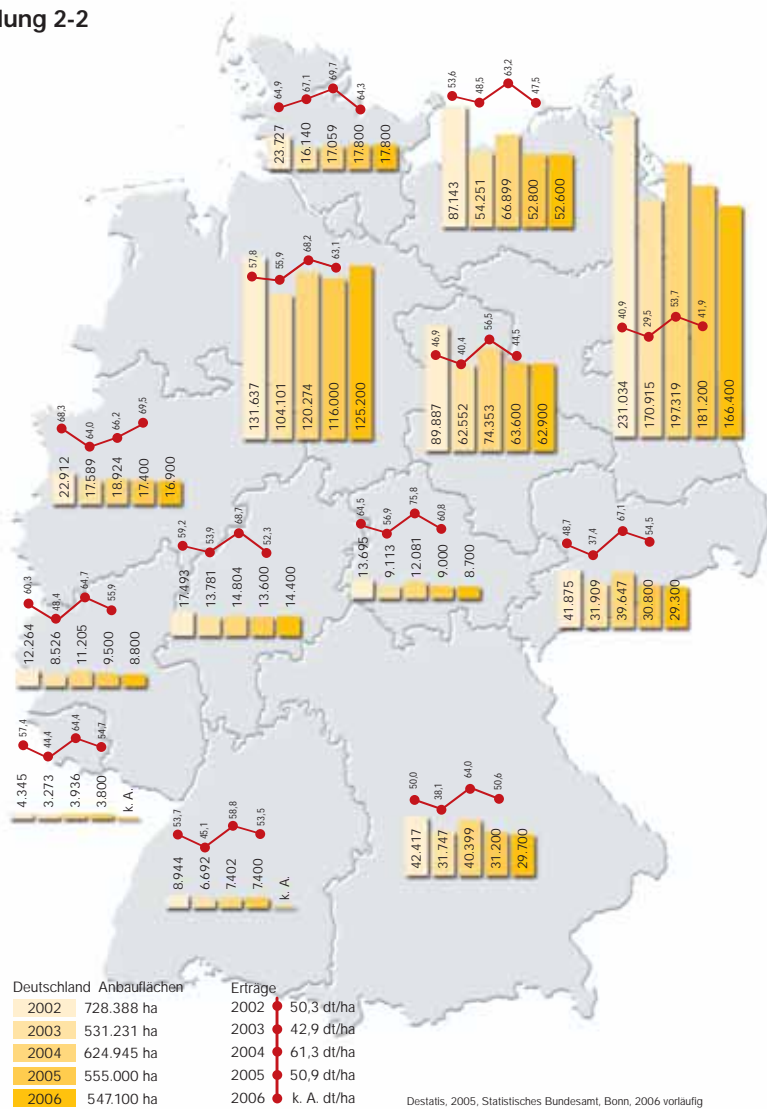
#### Roggenanbaufläche in Deutschland

Abbildung 2-1



**Roggenanbau in den Bundesländern**  
Anbauflächen und Erträge Ernte 2002 – 2006

Abbildung 2-2



In Brandenburg und Niedersachsen ist die Roggenanbaufläche aufgrund der Bodenverhältnisse am höchsten (Abbildung 2-2). In Brandenburg stehen zur Ernte 2006 rund 166.000 Hektar im Feld, in Niedersachsen sind es rund 125.000 Hektar. In Sachsen-Anhalt wurden rund 63.000 Hektar Roggen ausgesät, gefolgt von Mecklenburg-Vorpommern mit rund 53.000 Hektar. (DESTATIS, 2005; STATISTISCHES BUNDESAMT, 2006)

**2.2.2 International**

In der Europäischen Union (25 Mitgliedsländer) betrug die Roggenanbaufläche im Jahr 2005 rund 2,5 Millionen Hektar (Abbildung 2-3). Davon lagen rund 1,4 Millionen Hektar in Polen und rund 0,55

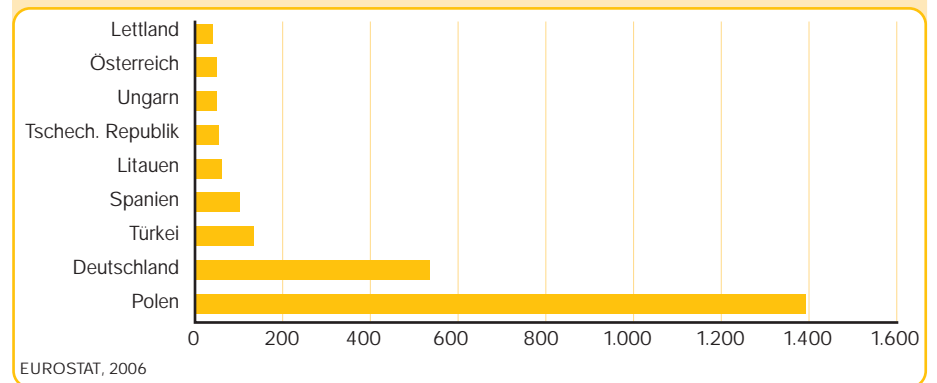
Millionen Hektar in Deutschland, den beiden größten Roggenerzeugern in der EU. Die Produktion umfasste 7,6 Millionen Tonnen im Jahr 2005. Im Vergleich zum Mittel der letzten fünf Jahre ist der Hektarertrag europaweit mit 34 Dezitonnen stabil geblieben. In Deutschland lagen die Erträge im Wirtschaftsjahr 2004/05 bei durchschnittlich 60 dt/ha – obwohl der Roggen meist auf den leichteren Standorten angebaut wird. (EUROSTAT, 2006; ZMP, 2005).

Weltweit gesehen nimmt die Russische Föderation mit rund zwei Millionen Hektar eine Spitzenposition ein (Abbildung 2-4). Unter den zehn weltgrößten Roggenbauern lag Deutschland mit

**Roggenanbau in Europa, 2005**

Roggen-Produktionsfläche, größte europäische Anbauländer in tausend Hektar

Abbildung 2-3





einem durchschnittlichen Ertrag von 42,9 dt/ha, selbst im Trockenjahr 2003, an der Spitze.

## 2.3 Verwertung

Die Verwertung von Roggen umfasst im Wesentlichen drei Bereiche:

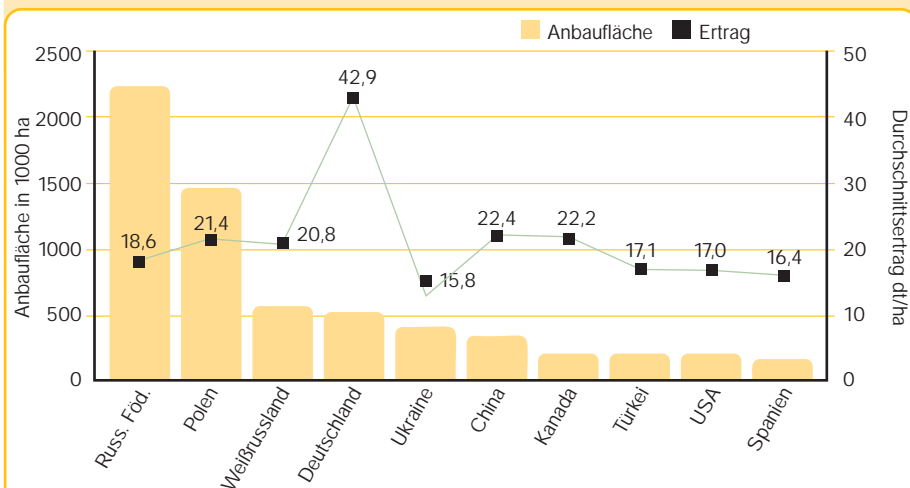
- In Deutschland besteht seit Jahren ein konstanter Bedarf an **Brotroggen** von jährlich rund 900.000 Tonnen. Dies entspricht einem Anteil von 12 Prozent der gesamten Brotgetreideverarbeitung. (VERBAND DEUTSCHER MÜHLEN, 2006)

- Der Anteil von Roggen in der **Verfütterung** ist in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen. Im Wirtschaftsjahr 2003/04 lag der Anteil von Roggen im Hof- und Industriellen Mischfutter bei 1,9 Millionen Tonnen. 2004/05 waren es sogar 2,4 Millionen Tonnen.

Aufgrund der verstärkten Nachfrage aus anderen Bereichen wird dieser Anteil künftig voraussichtlich wieder etwas sinken und dürfte sich mittelfristig bei rund zwei Millionen Tonnen etablieren. Als stabile Größe hat sich ein Markt für die Verfütterung von rund einer Million Tonnen Roggen als

### Länder mit dem größten Anbauumfang an Roggen weltweit (Stand 2003)

Abbildung 2-4



Quelle: STATISTISCHES JAHRBUCH, 2005

## 2.4 Interventionsroggen

Der Deutsche Interventionsroggen wurde von einem Rekordbestand von fünf Millionen Tonnen im Juli 2003 auf ca. 1,2 Millionen Tonnen Anfang Mai 2006 abgebaut (Abbildung 2-5). Die Lagerbestände dürften weiter zügig reduziert werden, da die Mühlen und auch die Bioethanolanlagen derzeit immer wieder Zuschläge für Roggenauschreibungen erhalten.

(ERNÄHRUNGSDIENST, 2006)

hofeigenes Mischfutter entwickelt. Die Mischfutterindustrie wird weiterhin Preiskäufer bleiben. (ROGGENFORUM e.V., 2006)

- Zunehmend wird Roggen als **Nachwachsender Rohstoff** interessant. Für die Herstellung von Bioethanol zur Beimischung von Benzin wird sich in den kommenden Jahren voraussichtlich ein Bedarf von bis zu einer Million Tonnen entwickeln. Weiterhin werden Körnerroggen, Grünschnittroggen und Roggen-Ganzpflanzen-silage als Substrat in den zahlreichen neuen Biogasanlagen zu Strom veredelt, hinzu kommt die thermische Verwertung.

### Marktbilanz Roggen in Deutschland

Tabelle 2-1

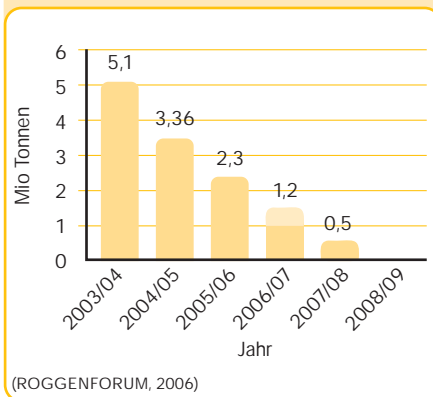
	2003/04 IST	2004/05 IST	2005/06 Annahme	2006/07 Annahme	2007/08 Annahme
Erntefläche (in 1.000 ha)	531	621	555	544	650
Ertrag (t/ha)	4,3	6,0	5,1	6,0	6,0
Produktion (1.000 t)	2.257	3.748	2.830	3.300	3.900
Import	26	38	50	100	150
Export	1.200	1.364	850	700	150
Freigabe Intervention (1.000 t)	1.900	1.060	500	400	-
Verbrauch (1.000 t)	4.157	3.482	3.330	3.700	3.900
davon Brotroggen	912	900	900	900	900
Intervention	100	-	-	-	-
Ethanolroggen	-	100	300	600	750
Biogasroggen	-	-	150	200	300
Futterroggen	1.885	2.422	1.920	1.940	1.890
Anteil Roggen im Hof- und Industriellen Mischfutter (%)	4,2	5,5	4,4	4,4	4,3

BLUMTRITT, 2006

Zudem besteht verstärkt Nachfrage auch aus dem europäischen Ausland. In etlichen Ländern kann der Brotroggenbedarf nicht mehr aus der heimischen Produktion gedeckt werden. Da diese Situation auch im Getreidewirtschaftsjahr 2006/07 zu erwarten ist, dürften die Interventionsläger bis spätestens zur Ernte 2007 geleert sein (ROGGENFORUM e.V., 2006).

### Interventionsbestände Roggen

Abbildung 2-5



## 2.5 Ausblick

Der Roggenverbrauch wird sich in den kommenden Jahren bei einer Menge von rund vier Millionen Tonnen jährlich stabilisieren. Dies entspricht einer Anbaufläche von rund 650.000 Hektar.

Aufgrund der oben skizzierten Stabilisierung des Roggenmarktes dürften die Erzeugerpreisschwankungen der letzten Jahre nicht mehr so stark ausfallen. Die Preisdifferenz zwischen Roggen und Weizen wird sich nähern (Preisrelation Roggen: Weizen ca. 0,9:1,0). Trotzdem gilt es für den Landwirt, ein Gespür für den Markt zu entwickeln. Er muss einschätzen, ob sich die Einlagerung und der Verkauf zu einem günstigen Verkaufszeitpunkt lohnen, ob die Veredelung über den Futtertrog bzw. der Einsatz in Biogasanlagen gewinnbringend sind oder sich ein Vertrag mit einem Bioethanolanlagenebetreiber anbietet.

## 3. Ökonomie

### 3.1 Wirtschaftlichkeit des Roggenanbaus in Mecklenburg-Vorpommern

Dr. Hubertus Heilmann, Dr. Eckhard Lehmann, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Betriebswirtschaft

#### Hybridroggen vergleichbar mit Stoppelweizen

Auf den besseren Standorten ist die Wettbewerbskraft des Weizens und der Wintergerste bei den derzeit geltenden Preisrelationen höher als die des Roggens (Tabelle 3-1). Ausgehend von Durchschnittserträgen der vergangenen fünf Jahre (Besondere Erntermittlung MV) und praxisüblicher Intensität lag der kalkulierte Deckungsbeitrag des Weizens auf D4-Standorten mehr als doppelt so hoch, als der des Roggens. Bei den Überlegungen zum optimalen Anbauverhältnis der Kulturen, wie hier speziell zu den Getreidearten, darf nicht vergessen werden, wie die einzelnen Fruchtarten in der entsprechenden Fruchtfolge stehen. So wird in der Regel auf einem besseren Standort der Roggenanbau

### Wirtschaftlichkeit\* der Getreidearten in Abhängigkeit vom Standort in Mecklenburg-Vorpommern

Tabelle 3-1

	Erzeugerpreis €/dt**	Standort		
		D2	D3	D4
		Deckungsbeitrag €/ha		
Populationsroggen	8,00	61	36	-
Hybridroggen	8,00	89	104	94
Winterweizen	10,00	-	152	204
Wintergerste	9,00	94	147	178
Triticale	8,00	80	70	91

(HEILMANN, LEHMANN, LALLF MV, 2006)

\* Kalkulationen auf Basis der Richtwerte für MV als Deckungsbeitrag abzüglich Lohnkosten in €/ha;

\*\* Erzeugerpreis ohne MwSt.

nicht mit dem Winterweizen nach der Vorfrucht Winterraps, sondern mit dem Stoppelweizen (Weizen nach Weizen) in Konkurrenz stehen. Nach den Schlagkarteiauswertungen des Instituts für Betriebswirtschaft der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern schnitt Stoppelweizen um 96 EUR/ha schlechter ab als Weizen nach Vorfrucht Raps. Vergleicht man die Praxisergebnisse mit den Kalkulationswerten der Tabelle 3-1, so sind Hybridroggen und Stoppelweizen auf diesen Böden nahezu wettbewerbsgleich.



### Roggen meist ökonomischer als Brache

Auf den ertragsschwachen Sandböden sind die Deckungsbeiträge stets in Abhängigkeit von der Ertragsfähigkeit des Standortes, den hierfür erforderlichen Aufwendungen und den realisierbaren Erzeugerpreisen bzw. Verwertungsmöglichkeiten (z.B. Substitutionswert bei Verfütterung) zu beurteilen. Roggen ist unter solchen Voraussetzungen meistens die Fruchtart mit dem geringeren Anbaurisiko.

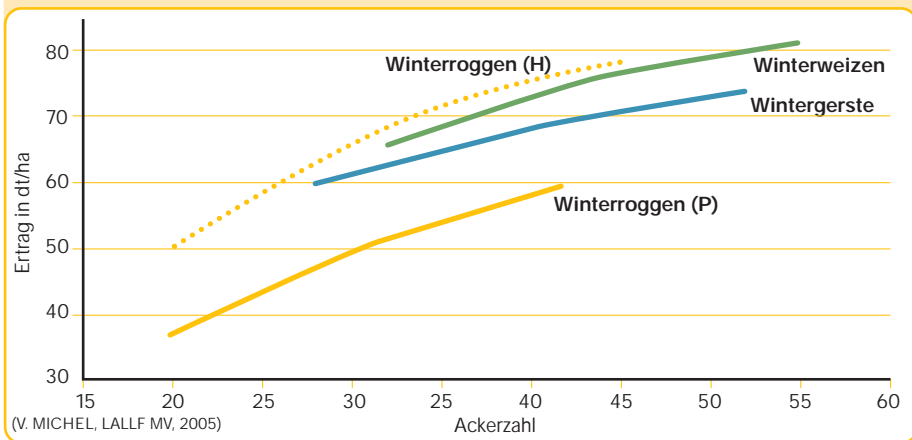
Auf diesen weniger ertragreichen Böden mangelt es häufig an Alternativen zum Roggenanbau. Lupinen oder Körnermais sind wirtschaftlich nicht besser zu beurteilen. Die Möglich-

keit, Flächen dauerhaft aus der landwirtschaftlichen Erzeugung zu nehmen, kann nach den ökonomischen Berechnungen nicht empfohlen werden. Nach Auswertung der Daten aus der Besonderen Erntermittlung von Mecklenburg-Vorpommern liegt die Ertragserwartung des Hybridroggens auf Böden mit 20 Bodenpunkten noch bei 50 dt/ha (Abbildung 3-1).

Bei diesem Ertragsniveau steht die Überlegung, diese Flächen dauerhaft aus der Produktion zu nehmen, nicht zur Diskussion. Die variablen Kosten des Roggenanbaus betragen hier im Mittel 280 bis 320 EUR/ha. Gegenüber der Mindestbewirtschaftung (nach

**Ertragserwartungen von Getreidearten in Abhängigkeit von der Ackerzahl in Mecklenburg-Vorpommern (1998 – 2004)**

Abbildung 3-1



Liegt der Roggenpreis nur noch 1 EUR/dt unter Weizen, dann ist Hybridroggen dem Weizen auch auf mittleren Standorten überlegen.



den Cross Compliance-Auflagen) erhöht sich die Feldarbeitszeit für Roggenanbau um etwa zwei Stunden. Gleichzeitig spart man die variablen Aufwendungen für die Mindestbewirtschaftung (Mulchen) von knapp 50 EUR/ha ein. In der Gesamtrechnung reichen bei Roggenpreisen von 7,50 EUR/dt bereits etwa 37 dt/ha Roggenertrag aus, um einen höheren Gewinnbeitrag als durch Brachlegen zu erzielen. Liegt der Roggenpreis bei 9 EUR/dt, genügen selbst ca. 30 dt/ha Ertrag.

### Loht sich noch Populationsroggen?

In Mecklenburg-Vorpommern erzielt der Hybridroggen unter allen Standortbedingungen deutlich höhere Erträge als Populationsroggen. Die Differenz liegt auf Böden mit Ackerzahlen unter 27 bei ca. 10 dt/ha. Auf den D3-Standorten beträgt dieser Ertragsvorteil sogar mehr als 15 dt/ha. In der Anbauintensität bestehen zwischen beiden Typen keine nennenswerten Unter-

schiede. Die Aufwendungen für Düngung und Pflanzenschutz werden im Wesentlichen durch das Ertragsvermögen des Standortes beeinflusst. Lediglich bei den Saatgutaufwendungen muss differenziert werden. Unterstellt man für Hybridsorten eine etwas geringere Aussaatstärke als beim Populationsroggen, so muss doch mit zusätzlichen Aufwendungen von 25 bis 35 EUR/ha gerechnet werden. Der Ertragsvorsprung des Hybridroggens kompensiert aber selbst bei geringen Roggenpreisen die höheren Kosten (Tabelle 3-2). Erst bei einem Roggenpreis unter 5,60 EUR/dt würde die Wirtschaftlichkeit von Hybridroggen auf D2-Standorten (AZ 23 – 27) unter die von Populationsroggen fallen. Auf diesen Standorten und bei einem Roggenpreis von 7,50 EUR/dt reichen

**Richtwerte\* für Hybrid- und Populationsroggen in Abhängigkeit des Standorts in Mecklenburg-Vorpommern**

Tabelle 3-2

Merkmal	ME	Hybridroggen		Populationsroggen	
		D2	D3	D2	D3
erwarteter Ertrag	dt/ha	57	65	47	49
erwarteter Marktpreis	€/dt	8,00	8,00	8,00	8,00
<b>Summe Leistungen</b>	<b>€/ha</b>	<b>459</b>	<b>516</b>	<b>376</b>	<b>395</b>
<b>Saatgut</b>	<b>€/ha</b>	<b>55</b>	<b>55</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
Stickstoff	kg N/ha	110	120	120	130
Phosphor	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	46	52	38	39
Kali	kg K <sub>2</sub> O/ha	34	39	28	30
Magnesium	kg MgO/ha	11	13	9	10
Kalk	dt CaO/ha	3	4	3	4
<b>Düngung</b>	<b>€/ha</b>	<b>92</b>	<b>104</b>	<b>92</b>	<b>102</b>
Herbizide	€/ha	28	28	28	28
Fungizide	€/ha	35	44	25	35
Wachstumsregler	€/ha	7	18	-	18
<b>Pflanzenschutz</b>	<b>€/ha</b>	<b>70</b>	<b>90</b>	<b>51</b>	<b>81</b>
Sonst. Direktkosten	€/ha	12	12	4	4
<b>Summe Direktkosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>229</b>	<b>261</b>	<b>177</b>	<b>217</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>	<b>€/ha</b>	<b>230</b>	<b>255</b>	<b>199</b>	<b>178</b>
Arbeitszeitanspruch	AKh/ha	2,8	3,2	2,7	2,9
Variable Maschinenkosten	€/ha	104	116	103	107
<b>Variable Kosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>333</b>	<b>371</b>	<b>280</b>	<b>324</b>
<b>Deckungsbeitrag</b>	<b>€/ha</b>	<b>126</b>	<b>145</b>	<b>96</b>	<b>71</b>
Lohnansatz	€/ha	37	41	35	37
<b>Deckungsbeitrag abzgl. Lohnansatz</b>	<b>€/ha</b>	<b>89</b>	<b>104</b>	<b>61</b>	<b>34</b>

(HEILMANN, LEHMANN, LALLF MV, 2006)

\* Kalkulationen auf Basis der Richtwerte für MV als Deckungsbeitrag abzüglich Lohnkosten in €/ha.

rechnerisch bereits 15,6 Prozent Ertragsvorsprung für eine bessere Wirtschaftlichkeit der Hybriden aus, tatsächlich wurden aber in den letzten Jahren 21,2 Prozent erzielt. Bei gegebenen Ertrags- und Aufwandsrelationen

wären theoretisch Preiszuschläge für Populationsroggen, zum Beispiel für die Vertragsproduktion, von mindestens 1 bis 1,50 EUR/dt erforderlich. Auf den mittleren Standorten (ab D3) stellt sich diese Frage erst gar nicht.

Hier ist die Ertragsüberlegenheit des Hybridroggens so groß, dass auch bei geringen Preisen der Populationsroggen deutlich schlechter abschneidet.

Die Erzeugung von Roggen hat sich gegenwärtig in Deutschland auf einer Anbaufläche von 550.000 bis 600.000 Hektar stabilisiert. Dadurch kommt es zunehmend zu einer dem Bedarf angepassten Produktionsmenge. Der Abbau der noch vorhandenen Interventionsbestände führt zusätzlich dazu, dass sich die Preisentwicklung an der jährlichen Produktionsmenge und der erzeugten Qualität orientiert. Das wird einerseits stärkere Preisschwankungen zur Folge haben. Die zunehmende Verwendung des Roggens als **alternativer Energieträger** (Bioethanol, Biogas) eröffnet wiederum einen völlig neuen Absatzmarkt und dient der Stabilisierung des Roggenpreises.

Unter den Bedingungen der niederschlagsarmen Sandböden in Mecklenburg-Vorpommern, ähnlich wie in anderen Bundesländern, wird es auch in Zukunft nicht viele Alternativen zum Roggenanbau geben. Die Anbauwürdigkeit steht im Wettbewerb zur Stilllegung. Wie bereits gezeigt, schneidet Roggen dabei aber bei Erträgen über 40 dt/ha und Erzeugerpreisen ab 7,00 EUR/dt betriebswirtschaftlich günstiger ab.

Für die Konkurrenzfähigkeit der Roggenproduktion auf den mittleren Standorten (D3) werden die Preise von wesentlicher Bedeutung sein. Sinkt der Preisunterschied zwischen Hybridroggen und Winterweizen auf 1,00 EUR/dt ab, so hätte der Weizen in der Wirtschaftlichkeit am Beispiel der in Tabelle 3-1 zu Grunde gelegten Kalkulation, keinen Vorteil mehr.

**Fazit:**

- Auf mittleren und besseren Böden steht er in Konkurrenz zum Stoppelweizen. Die Anbauwürdigkeit wird durch den Unterschied des Preises bestimmt.
- Auf niederschlagsarmen Sandböden gibt es nur wenige Produktionsalternativen zum Roggen. Hier wird die Anbauwürdigkeit davon beeinflusst, wie sicher mit Roggen ein positiver Gewinnbeitrag für den Betrieb erwirtschaftet werden kann.
- Mit Hybridroggen wird nahezu unter allen Anbaubedingungen ein besseres ökonomisches Ergebnis erzielt als mit Populationsroggen. Die Unterschiede werden bei geringen Erträgen (unter 40 dt/ha) und niedrigen Preisen (unter 7 EUR/dt) geringer.

### 3.2 Wirtschaftlichkeit des Roggenanbaus in Brandenburg

Holger Hanff und Dr. Lothar Adam, Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung Brandenburg

#### Roggen ist ertragsstabilste Fruchtart

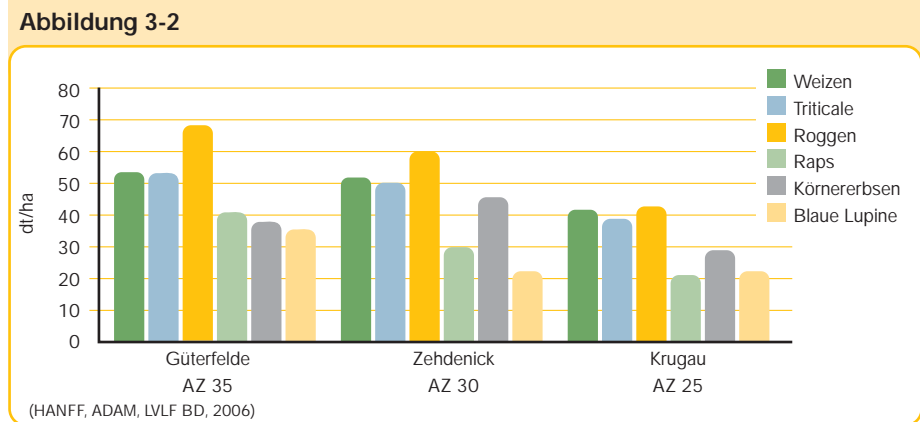
Als Vorteile des Roggens sind unter anderem geringe spezifische Produktionskosten, seine Winterfestigkeit, die Anspruchslosigkeit an den Standort und die daraus resultierende Ertragsicherheit zu nennen, wie die Prüfergebnisse an verschiedenen Standorten des Landes zeigen. In Abbildung 3-2 sind die Kornerträge der drei regional differenzierten Prüfstandorte für Weizen, Triticale, Roggen, Raps, Körnererbsen und Blauer Lupine aufgeführt. Wie nicht anders zu erwarten, zeigte sich auch eine deutliche Beziehung zwischen den Ertragsleistungen und der Ackerzahl. Die Erträge der beiden Standorte Güterfelde (Ackerzahl 35) und Zehdenick (Ackerzahl 30) unterscheiden sich untereinander weniger als die Erträge zwischen Zehdenick und Krugau (Ackerzahl 25). Das unterstreicht die Bedeutung regionalisierter Prüfungen bei pflanzenbauli-

chen Untersuchungen insbesondere im Hinblick auf die Ertragsleistung. Von den Getreidearten bestätigte Winterroggen seine Stellung als ertragsstabilste Fruchtart. Am Standort Krugau (AZ 25) liegen alle drei Wintergetreidearten bei einem mittleren Ertragsniveau von ca. 40 dt/ha sehr eng beieinander. Die Attraktivität von Raps bis hin zu den 30er Standorten und die Vorzüglichkeit des Körnerlupinenanbaus unterstreichen in Verbindung mit deren Vorfruchteffekten die Möglichkeiten zur Auflockerung von häufig engen Getreidefruchtfolgen auch auf leichten Standorten.

#### Roggen auf leichten Standorten wirtschaftlich überlegen

Wie das folgende Beispiel für einen Standort mit der Ackerzahl 25 und bei den für das „roggenstärkste“ Bundesland Brandenburg typisch geringen Niederschlägen von ca. 550 mm zeigt, ist der Roggen trotz des vergleichsweise niedrigen Preises die wirtschaftlichste Getreideart (Tabelle 3-3). Aufgrund der jährlich schwankenden Erzeugerpreise aller Marktfrüchte kann sich die Rangfolge der Wirtschaftlichkeit in jedem Jahr anders darstellen. Ein hohes Angebot in guten „Getreidejahren“ wirkt sich beim Roggen preisdrückend aus (Abbildung 3-3). Zumal

Ertragsvergleich für Roggen, Weizen, Triticale, Raps, Erbsen und Blaue Lupinen auf verschiedenen Prüfstandorten Brandenburgs



es für ihn auf dem Weltmarkt kaum Absatzmöglichkeiten gibt. Trotz höherer Erträge werden in solch einer Situation kaum höhere Einnahmen erzielt.

Winterraps ist trotz geringer Erträge noch anbauwürdig, da bei hohen Erzeugerpreisen ein akzeptabler Gewinnbeitrag erzielt wird. Außerdem trägt der Raps wesentlich zur Auflockerung der Fruchtfolge bei.

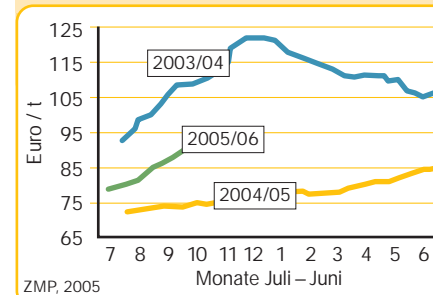
#### Roggen oder Brache?

Auf Standorten mit Ackerzahlen unter 20 steht die Frage, ob die Flächen generell aus der Produktion genommen werden sollten. Bei kurzfristiger Betrachtung sind die Einnahmen aus der Regionalprämie und des betriebs-

individuellen Betrages abzüglich der Pflege- und Bodenkosten ein leicht verdienter Gewinn. Auch die Verbesserung der betrieblichen Liquidität spricht für eine solche Strategie.

#### Erzeugerpreise für Brotroggen in Deutschland

Abbildung 3-3



**Wirtschaftlichkeit\* ausgewählter Marktfrüchte auf Standorten mit AZ 23–28**

**Tabelle 3-3**

		Winterroggen	Wintertriticale	Wintergerste	Winterweizen	Stilllegung	Körnererbsen	Winterraps	Speisekartoffeln	Sonnenblumen
Ertrag	dt/ha	35	36	36	38	-	20	22	250	15
Preis	€/dt	7,50	7,90	8,20	9,20	-	12,00	20,50	8,00	20,00
Erlös	€/ha	263	284	295	350	-	240	451	2.000	300
Prämien**	€/ha	257	257	257	257	257	310	257	257	257
Direktkosten	€/ha	122	189	187	200	6	201	212	799	254
Saatgut	€/ha	21	45	44	56	0	94	36	529	95
Dünger	€/ha	70	82	80	82	0	38	104	121	99
Pflanzenschutz	€/ha	28	58	58	58	6	67	66	137	56
Arbeitsaufwandskosten	€/ha	227	228	251	250	59	216	235	925	262
Maschinenkosten	€/ha	151	152	167	168	43	143	162	379	163
Lohn	€/ha	39	36	44	42	10	35	35	153	33
Trocknung, Sortierung	€/ha	12	15	12	13	0	17	11	325	41
Flächenkosten (Pacht etc.)	€/ha	84	84	84	84	84	84	84	84	84
Gesamtkosten (inkl. Zinsanspruch)	€/ha	433	501	522	534	149	501	531	1.808	600
	€/dt	12,37	13,92	14,50	14,05	-	25,05	24,14	6,57	40,00
Gewinnbeitrag (mit Prämie)	€/ha	<b>86</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>72</b>	<b>108</b>	<b>49</b>	<b>177</b>	<b>489</b>	<b>-43</b>

(Datensammlung für die Betriebsplanung und die betriebswirtschaftliche Bewertung landwirtschaftlicher Produktionsverfahren im Land Brandenburg, LVLf 2005; verändert)

\* Regionalprämie + gekoppelte Prämie, Brandenburg 2006

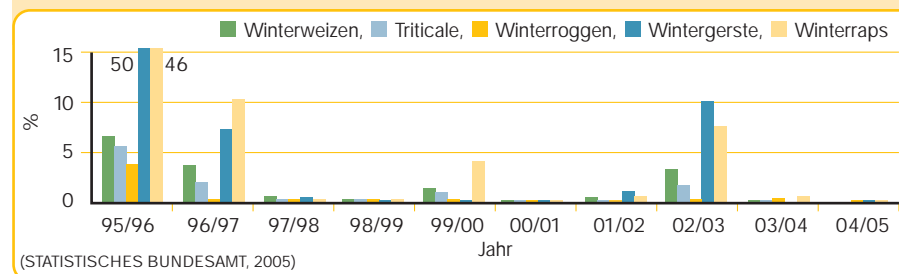
\*\* Die Wirtschaftlichkeit wird an der Kennzahl Gewinnbeitrag gemessen. Dem Verfahren sind alle direkt zurechenbaren variablen und festen Kosten zugeordnet. Allgemeine Betriebsführungskosten (Leitung, Betriebsgebäude, Versicherungen) sind nicht berücksichtigt und müssen aus dem Gewinnbeitrag gedeckt werden. Alle Ergebnisse beruhen auf Intensitäten und Erträgen eines durchschnittlichen Praxisniveaus.

Wird das erzielbare Einkommen der Roggenproduktion – das heißt Gewinn und Lohn – betrachtet, ist eine bessere Verwertung des Faktors Boden im Vergleich zur Stilllegung nur bei Erlösen über 240 EUR/ha zu erreichen (z.B. Erzeugerpreis 8,50 EUR/dt x Ertrag 29 dt/ha).

Auch auf besseren Standorten hat der Roggenanbau seine Berechtigung. Die im Vergleich zu anderen Druschfrüchten deutlich geringeren Aufwendungen für die Bestandesführung werden gleichwohl mit guten Erträgen und damit einer hohen Wirtschaftlichkeit beglichen.

**Wegen Auswinterung und anderer Schäden neu zu bestellende Flächen im Land Brandenburg (Anteil an der jeweiligen Aussaatfläche in %)**

**Abbildung 3-4**



**Risikoabschlag für Auswinterung bei Raps 30 EUR/ha**

Die Winterfestigkeit des Roggens ist unübertroffen. In Deutschland mussten in den letzten zehn Jahren bei drei nennenswerten Ereignissen nur 0,6 Prozent der Winterroggenaussaatfläche umgebrochen werden. Triticale und Wintergerste waren wenig stärker, Winterraps aber schon deutlicher betroffen. In den östlich gelegenen, kontinental beeinflussten Anbaugebieten ist das Auswinterungsrisiko deutlich höher. Aber auch hier zeigt der Roggen seine Stärke (Abbildung 3-4).

Ein Umbruch und anschließender Anbau einer Sommerfruchtart verursacht mindestens zusätzliche Kosten für Saatgut und Bestellung. Zudem muss die Ertragserwartung gesenkt werden. Entsprechend der im Herbst

vorgenommenen Herbizidanwendung sind angepasste Verfahren notwendig.

So ist ein Umbruch von Winterraps und die pfluglose Bestellung von Sommeraps mit „verlorenen“ Kosten in Höhe von ca. 340 EUR/ha belastet (Standort mit Ackerzahl 29–35; Aufwand für Grunddünger und z.T. für Stickstoffdünger kommen der Sommerung zugute). Aufgrund des Ertragsunterschiedes von ca. 50 Prozent ist der Gewinnbeitrag um insgesamt ca. 430 EUR/ha geringer als beim geplanten Winterrapsanbau. Hier kann eigentlich nur noch von einer Verlustminimierung gesprochen werden.

Dieser Wert stellt das monetär bewertete, jährlich zu berücksichtigende Auswinterungsrisiko von Winterraps (unter den genannten Bedingungen) auf sieben Prozent der Aussaatfläche dar.



Die Auswinterung von Winterroggen fällt im Mittel der Jahre kaum ins Gewicht. Verlorene Kosten in Höhe von 240 EUR/ha auf 0,6 Prozent der Aussaatfläche bzw. ein um 200 EUR/ha verminderter Gewinnbeitrag nach dem Sommerroggenanbau bedeutet ein jährliches Risiko auf der Winterroggenaussaatfläche in Höhe von 1,20 EUR/ha.

### 3.3 Wirtschaftlichkeit des Roggenanbaus in Niedersachsen

Dr. Ulrich Lehrke, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Braunschweig

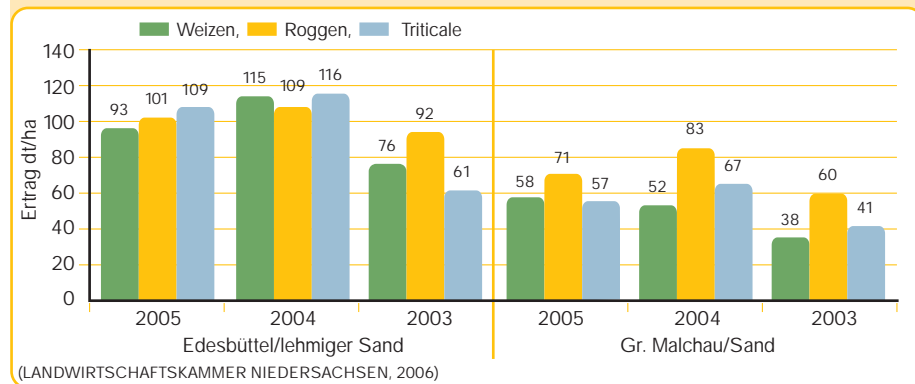
Die Landwirtschaftskammer Niedersachsen hat in den vergangenen drei Jahren auf mehreren Standorten im Raum Gifhorn, Uelzen und Bremerförde einen **Fruchtartenvergleich mit Weizen, Roggen und Triticale** durchgeführt. Die Bodenart reicht vom lehmigen Sand in Edesbüttel (Gifhorn) bis zu reinen Sandböden in Groß Malchau. Die Ackerzahlen liegen zwischen 20 und 35 Bodenpunkten. Die Standorte wurden nicht beregnet, sodass im Versuchszeitraum 2003 bis 2005 vor allem in dem sehr trockenen Jahr 2003 ein erheblicher Trockenstress auftrat. In Abbildung 3-5 sind die Erträge der Getreidearten auf den Standorten Edesbüttel und Groß Malchau in den drei Jahren gegenüber gestellt. Dabei zeigt sich eine sehr deutliche Wechselwirkung zwischen den Jahren und den Standorten.



Roggenanbau ist in Brandenburg gegenüber der Stilllegung bei Erlösen über 240 EUR/ha rentabler.

### Ertragsleistung verschiedener Fruchtarten auf unterschiedlichen Standorten 2005 – 2003

Abbildung 3-5



Auf dem besseren Standort in Edesbüttel wurde bei allen Früchten ein deutlich höheres Ertragsniveau erzielt. Im trockenen Jahr 2003 lag dabei der Roggen mit 16 dt/ha vor Weizen und mit 31 dt/ha vor Triticale. Im nassen Jahr 2004 wurden annähernd gleiche Erträge erzielt. 2005 war vor allem der Juni sehr trocken. Unter diesen Bedingungen lagen sowohl der Roggen als auch die Triticale vor Weizen. In Groß Malchau zeichnet sich dagegen ein ganz anderes Bild. Hier schnitt in allen Versuchsjahren der Roggen grundsätzlich am besten ab. Der Ertragsvorsprung betrug dabei bis zu 30 dt/ha. Triticale lag außer 2004 in der Ertragsleistung lediglich auf Weizenniveau.

Die Wirtschaftlichkeit des Getreideanbaus wird jedoch neben dem Ertrag auch durch die **Produktionskosten und den Marktpreis** beeinflusst. Bei den Aufwendungen für Weizen, Triticale und Roggen ergeben sich allerdings vielfach kaum größere Unterschiede. Bei Roggen und Triticale lassen sich Kosten bei der Stickstoffdüngung einsparen. Die Pflanzenschutzaufwendungen sind dagegen nahezu gleich, da der Roggen aufgrund seiner Braunrostanfälligkeit meist zwei Behandlungen erfährt. Auch bei Triticale haben in den letzten Jahren Pflanzenkrankheiten an Bedeutung gewonnen. Problematisch war dabei die Zunahme des Befalls mit Ährenfusarien. Bei Saatgut entstehen

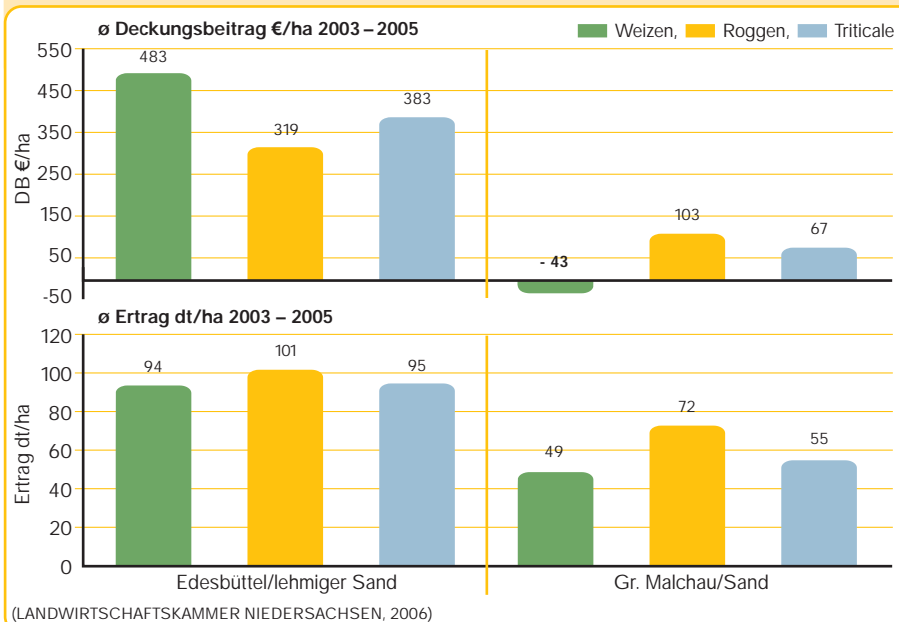
bei Roggen höhere Kosten für Hybridsaatgut. Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit ist daher der Marktpreis. In Abbildung 3-6 ist der Deckungsbeitragsvergleich der beiden Standorte Edesbüttel und Groß Malchau im Mittel für die Jahre 2003 bis 2005 dargestellt.

Dabei wird deutlich, dass der Roggen in Edesbüttel einen leichten Ertragsvorteil hatte, der Deckungsbeitrag bei

Weizen jedoch um 150 EUR/ha höher lag als bei Roggen. Bei der Berechnung wurde ein Marktpreisunterschied von 1 EUR/dt angenommen.

**Leistungsniveau im Ertrag und Deckungsbeitrag verschiedener Fruchtarten auf unterschiedlichen Standorten 2003 – 2005**

Abbildung 3-6



**Roggen am wirtschaftlichsten**

In Groß Malchau dagegen schnitt der Roggen sowohl in der Ertragsleistung als auch im Deckungsbeitrag deutlich besser ab. Bei Weizen konnte kein positiver Deckungsbeitrag erzielt werden (- 43 EUR/ha). Im Mittel der drei Jahre lag der Roggen auf einem Niveau von 100 EUR/ha. Durch die geringfügig höheren Erträge bei Triticale und etwas niedrigeren variablen Kosten, erzielte auch die Triticale noch einen positiven

Deckungsbeitrag von 67 EUR/ha. Die Zahlen belegen damit deutlich, dass der Weizenanbau auf leichten Sandböden im Mittel der Jahre nicht wirtschaftlich zu betreiben ist.



Roggen bringt auf leichten Sandböden 100 EUR/ha Deckungsbeitrag. Weizen ist mit - 43 EUR/ha nicht wirtschaftlich.



## 4. Verwertungsperspektiven

### 4.1 Roggen als Brotgetreide

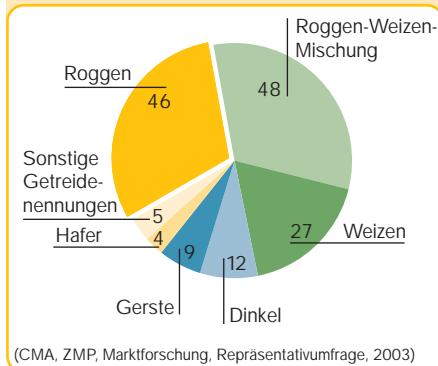
Roggen ist die Grundlage der einzigartigen Sortenvielfalt der deutschen Brotkultur. Roggengebäcke werden bei den deutschen Verbrauchern als besonders schmackhaft und qualitativ hochwertig wahrgenommen. Sie genießen nach einer Repräsentativumfrage der CMA/ZMP ein sehr gutes Image (Abbildung 4-1). Außerdem sind Roggenvollkornbrote besonders gesund. Denn von allen Getreidearten enthält Roggen die meisten Ballaststoffe und nervenstärkenden B-Vitamine.

Die Ballaststoffe machen nicht nur lange satt und regen die Verdauung an, sie senken außerdem auf ganz natürliche Weise einen zu hohen Cholesterinspiegel. Denn die Ballaststoffe

#### Bevorzugte Getreidearten beim Brotkauf

Angaben in % mit Mehrfachnennung

Abbildung 4-1



binden im Darm Gallensäure mit überschüssigem Cholesterin und scheiden diese dann aus. (CMA, 2005). In den letzten Jahren lag die Nachfrage des Backgewerbes nach Roggenmahlerezeugnissen bei rund 900.000 Tonnen/Jahr. Dies entspricht einem jährlichen Pro-Kopf-Verbrauch von knapp 10 Kilogramm.



Roggenbrot hat besonders viele Ballaststoffe und ist deshalb sehr gesund.

### 4.2 Roggen in der Tierernährung

#### 4.2.1 Nährstoffgehalte von Roggen

Vergleichsweise viel Energie und wenig Protein – dies sind die charakteristischen Eigenschaften des Roggens (Tabelle 4-1). Zahlreiche wissenschaft-

#### Nährstoffgehalte verschiedener Getreidearten

Angaben in %

Tabelle 4-1

Getreideart	Rohprotein %	Stärke %	ME-Schwein MJ/kg
Roggen	8,6	53,2	13,4
Weizen	11,7	59	14,1
Triticale	11	56,4	13,9
Gerste	10,9	50,3	12,8

(LUFA NORD-WEST, 2005)

liche Versuche haben das hohe Leistungspotenzial des Roggens in der Futtermation von Schweinen und Rindern bestätigt (ROGGENFORUM e.V., 2006).

#### 4.2.2 Ergebnisse aus Fütterungsversuchen

Das Roggenforum hat die Fütterungsversuche mit Ferkeln, Mastschweinen, Bullen und Milchkühen in verschiedenen Informationsmaterialien umfassend

dokumentiert (Roggen in der Tierernährung, 2004; Roggen – in Fütterungsversuchen leistungsstark, 2004; Roggen – Energie im Futtertrog, 2006). Ein laufend aktualisiertes Kurzportrait der Fütterungsversuche steht im Internet unter [www.roggenforum.de](http://www.roggenforum.de) als Download zur Verfügung.

#### Einsatzempfehlungen für Roggen in der Schweinefütterung

Tabelle 4-2

	Bis zu ...% Roggen in der Ration
Mastschweine*	
28 – 40 kg LG (Vormast)	30
40 – 60 kg LG (Anfangsmast)	40
60 – 90 kg LG (Mittelmast)	50
ab 90 kg LG (Endmast)	50
Sauen	25
Ferkel	
bis 15 kg LG	10
ab 15 kg LG	20

(DLG, 2006)

\* Bei Schaumbildung in der Flüssigfütterung sollten die Roggenanteile reduziert werden. Evtl. kann aber auch der Zusatz von Pflanzenöl das Problem mindern. Bei zusätzlichem Einsatz von Triticale sollte der mögliche Roggenanteil wegen des hohen NSP-Gehaltes um ein Drittel des Triticaleanteils reduziert werden (z. B. liegt bei 30% Triticale der maximal empfohlene Roggenanteil bei 40% in der Endmast).

#### 4.2.3 DLG-Empfehlung

Im Mai 2006 hat die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) ihre Empfehlung für den Einsatz von Roggen in der Fütterung von Schweinen, Rindern und Geflügel ergänzt (Tabelle 4-2 bis 4-4).



### Einsatzempfehlung für Roggen in der Rinderfütterung

Tabelle 4-3

	Bis zu ... % Roggen	
Kälber	0 5 – 8	im Starterfutter im Kälberaufzuchtfutter*
Aufzuchtrinder	40	im Kraffutter
Mastrinder	20	im Kraffutter (max. 1,0 kg Roggen/Tag)
Milchkühe	40	im Kraffutter (max. 4,0 kg Roggen/Tag)

(DLG, 2006)

\* Höhere Werte lassen sich zurzeit wegen fehlender Versuchsergebnisse nicht absichern.

### Einsatzempfehlungen für Roggen in der Geflügelfütterung

Tabelle 4-4

	Bis zu ... % Roggen*	
Legehennen		20
Junghennen		15
Hühnerküken		0
Hähnchenküken		0
Hähnchen (Endmast)		5
Mastputen	< 5 Wochen > 5	0 5
Enten, Mastgänse	< 3 Wochen > 3 Wochen	0 5

(DLG, 2006)

\* Die Werte beziehen sich auf Futtermischungen ohne NSP-spaltende Enzyme. Bei höheren Mengen ist der Einsatz geeigneter NSP-spaltender Enzyme erforderlich.

## 4.3 Roggen für die Biogasproduktion

Biogas entsteht durch anaeroben und mikrobiellen Abbau von organischen Substanzen. Es ist ein Gasgemisch, das zu ca. 50–70 Prozent aus dem nutzbaren Methan ( $\text{CH}_4$ ) besteht. Dies

In der Schweinemast empfiehlt die DLG einen Einsatz von 30 (Vormast) bis 50 (Endmast) Prozent Roggen.



ist der für die energetische Nutzung interessante Stoff, der in speziellen Motoren verbrannt werden kann. Weitere Bestandteile sind ca. 30–40 Prozent Kohlendioxid sowie geringe Mengen von Schwefelwasserstoff ( $\text{H}_2\text{S}$ ), Stickstoff ( $\text{N}_2$ ), Wasserstoff ( $\text{H}_2$ ) und Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ ).

### 4.3.1 Anforderungen an die Ausgangsstoffe

Grundsätzlich können alle Arten von Biomasse mit den Hauptbestandteilen: Kohlenhydrate, Eiweiße, Fette und Zellulose sowie Hemizellulose eingesetzt werden. Die Gas-Erzeugungswerte dieser Bestandteile sind stark unterschiedlich. Vor allem Fette bzw. stark fetthaltige Stoffe ermöglichen hohe Biogausausbeuten. Lignin, die strukturgebende Komponente des Stroh, ist dagegen nicht geeignet, weil

diese Stoffgruppe durch die methanogenen Bakterien nicht zersetzt werden kann. Der Gehalt an organischer Trockensubstanz (oTS) ist für die Beurteilung der Gasbildung ein zentraler Parameter. Je höher der Gehalt an oTS, desto höher ist der zu erwartende Biogasertrag je Mengeneinheit Frischmasse. Roggen ist als Biogassubstrat das am besten geeignete Getreide. Er bietet neben seinen pflanzenbaulichen Vorteilen (Anspruchslosigkeit, Robustheit, früher Wachstumsbeginn, hohe Biomassebildung je Hektar), auch einige spezifische Vorteile im Biogasbereich. Als Ganzpflanzensilage (GPS) bildet er zum einen relativ hohe organische Trockenmasse-Erträge pro Hektar. Zusätzlich weist Roggen-GPS einen überdurchschnittlichen Fettgehalt auf, sodass hohe Methanausbeuten möglich sind.

Roggen ist als Grünschnittroggen, als Ganzpflanzensilage oder als Körnerroggen in der Biogasanlage einsetzbar.





### 4.3.2 Einsatzmöglichkeiten von Roggen

In einer Fruchtfolge mit Energiemais ist **Grünroggen** als Winterzwischenfrucht die einzige Getreideart, die einen hohen Biomasseertrag bis Mitte Mai erreicht und damit noch akzeptable Aussaattermine für Mais ermöglicht. Das setzt jedoch eine Niederschlags-summe von mindestens 700 mm/Jahr

Erträge um zehn Tonnen Trockenmasse pro Hektar erzielbar. Bei späterer Ernte (z.B. zur Milchreife als GPS) sind spezielle Grünschnittroggensorten aufgrund ihrer Lagerneigung nur begrenzt zu empfehlen.

Die Nutzung des (Hauptfrucht-)Roggens als **Ganzpflanzensilage** ist dagegen auf einer Vielzahl von Standorten möglich. Zum Stadium „Beginn Ähren-schieben“ (BBCH 51, Mitte Mai) erreicht Roggen Biomasseerträge von 8–10 Tonnen (bezogen auf 0 Prozent Wassergehalt), bei späterem Schnitttermin im Stadium der Milchreife (BBCH 71/75, Mitte Juni) kann nahezu das Doppelte geerntet werden. Als Zweitfrucht können Sonnenblumen, Hirsen oder ein Sommergetreide-Gemenge eingesetzt werden, die ebenfalls für die Biogasproduktion geeignet sind. Alternativ ist auch eine frühe Stoppelbearbeitung und eine nachfolgende termingerechte Wintergerstenaussaat möglich.

Die Vorteile von **Körnerroggen** in der Biogasanlage liegen in der höheren Energiedichte des Kornes gegenüber der Silage. Dadurch muss insgesamt weniger Masse bewegt werden. Der Lagerraum, der Fermenter und das Endlager können kleiner und damit kostengünstiger gebaut werden.

Ab Herbst 2006 stehen zahlreiche Ergebnisse aus laufenden Projekten zu Einsatzmöglichkeiten von Roggen in der Biogasfruchtfolge zur Verfügung. Das Roggenforum e.V. wird hierzu gesondert informieren.

voraus. Andernfalls fehlt das Wasser für die Maisfolge. Standorte mit regelmäßig langsamer Bodenerwärmung sind weniger für den Grünschnittroggenanbau prädestiniert, da es hier häufiger zu einer Verschiebung der Maisaussaat kommt. Je nach Standortbedingungen sind bis Anfang Mai

### Wie viel Roggen-GPS können Sie ernten?



*Das Ernteaufkommen einer Getreide-Ganzpflanzensilage (GPS) kann aus den lang-jährigen Kornerträgen abgeleitet werden. Bei einem Harvestindex von 0,40 bei Roggen oder Triticale ist der mittlere Kornertrag (84 % TS) mit dem Faktor 1,8 zu multiplizieren, um eine Vorstellung vom GPS-Aufkommen zum Ende der Milchreife zu bekommen.*

*Bei 80 dt/ha Getreideertrag wären das gut 14 Tonnen Trockenmasse; die bringt Silomais auf vielen Standorten nicht so sicher. Beim Vergleich mit Silomais ist der Getreide-GPS zudem die frühe Ernte Anfang bis Mitte Juli und die bessere Verteilung der betrieblichen Ressourcen gutzuschreiben. Gerade Rapsanbauer werden das schätzen, ebenso Betriebe mit sehr knapper Arbeitskapazität, schwierigen Böden oder knappem Silo- und Güllerraum.*

(BÖSE, 2005)

### 4.3.3 Einfluss der Produktionstechnik auf die Biomasseproduktion

Für eine weitgehende Ausschöpfung des Ertragspotenzials ist es u.a. vorteilhaft, die Alterung der Pflanzen und damit die Lignifizierung zu verzögern. Der Hormonhaushalt der Pflanzen muss dahingehend beeinflusst werden. Dafür ist die Aktivität der „Grünmacherhormone“ Cytokinine, die für die Altersverzögerung und den „Greening-Effekt“

#### Einflussfaktoren auf die Aufwuchsleistung bei Roggen

Tabelle 4-5

Positiv	Negativ
Frühe Bestellung (Wurzelausbildung: jeder Trieb 1. Ordnung bildet ein eigenes Wurzelsystem)	Zu späte / zu nasse Bestellung
Nährstoff- und/oder Wurzelschutzbeize	Ausschließliche Ammoniumdüngung
Ausreichende Stickstoff- (insbesondere Nitratstickstoff) und Phosphorversorgung	Späte Einkürzung mit Ethephon
Manganblattdüngung (1–2 Mal)	
Halmverkürzung mit CCC/Moddus/Medax Top in BBCH 31 (Gibberellinhemmung)	
Behandlung mit Azolen oder Strobilurinen gegen Blattkrankheiten	

zuständig sind, zu fördern. Cytokinine werden u.a. im Keimling und in den Wurzelspitzen gebildet. Eine intensive Wurzelbildung und langlebige Pflanzen sind deshalb die Voraussetzung für eine hohe Cytokininproduktion. (Tabelle 4-5)

#### 4.3.4 Wirtschaftlichkeit des Energiepflanzenanbaus für die Biogasanlage

Dr. Mathias Schindler, Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Die preisgünstige Beschaffung der Substrate beeinflusst entscheidend den wirtschaftlichen Erfolg einer Biogasanlage. Die folgende Kostenanalyse zeigt Möglichkeiten und Grenzen auf.

Biogasanlagen sind mengenintensiv. Neben hohem logistischem Aufwand erfordert der Betrieb einer Anlage auch beträchtliche materielle und finanzielle Aufwendungen für die zur Energiegewinnung genutzten Rohstoffe. Die Substratkosten müssen mit der Faustzahl von ca. 500 EUR/kW elektrischer Anschlussleistung kalkuliert werden. Dies ist relativ unabhängig davon, ob eigenerzeugte oder gekaufte Substrate eingesetzt werden.

**Ermittlung der Produktionskosten**  
Vergleichsweise einfach ist diese Kostenermittlung bei zeitnah zum Verbrauch zugekauften bzw. bezahlten Substraten. Hier kommen zum Kaufpreis noch die Lagerkosten, eventuelle Verluste und der Zinsaufwand für eine Vorfinanzierung.

Wo die Substrate aber selbst angebaut werden, müssen ihnen andere Produktionsverfahren weichen. Dadurch verursachen sie neben den Kosten für die eigene Herstellung auch noch so genannte Nutzungskosten, weil jetzt die Einnahmen und die Kosten der verdrängten Kultur fehlen.

Bei der Ermittlung der verfahrensspezifischen Kosten sind neben den Kosten für Saatgut, Dünger und Pflanzenschutzmittel auch die Maschinenkosten, der Lohnanspruch und die Nutzungskosten der Flächen die wesentlichen Positionen in der Kostenermittlung.

#### Produktionskosten verschiedener Substrate für Biogasanlagen

Tabelle 4-6

	Silage aus... Einheit	Mais			Winterroggen		Triticale	Weizen	Hafer	Raps	Sonnenblumen	Phacelia	Ölrettich	Gras
		ab Feld	frei Silo	exSilo	Zwi.-Fr.	Hauptfr.								
Masseertrag	dt/ha	525	500	475	300	380	370	360	290	350	425	250	325	330
Trockenmasseanteil	%	32	32	32	18	35	34	34	34	28	33	20	18	36
Trockenmasse	dt/ha	168	160	152	54	133	126	122	99	98	140	50	59	119
Saatgut	€/ha	160	160	160	30	80	55	70	45	50	120	30	50	25
Dünger	€/ha	200	200	200	150	190	195	200	160	195	185	110	125	175
Pflanzenschutzmittel	€/ha	80	80	80	45	80	80	95	25	65	45			10
Sonstige var. Kosten	€/ha	22	22	90	39	62	60	58	44	60	65	34	42	52
Var. Maschinenkosten*	€/ha	110	170	195	120	170	160	150	115	155	175	120	125	190
Lohnarbeit	€/ha		140	140	110	135	130	125	115	125	145	105	115	330
Feste Maschinenkosten	€/ha	90	150	170	100	145	140	125	100	130	150	100	105	170
Zinsanspruch	€/ha	14	15	33,75	22	32	30	28	20	32	22	18	22	28
Lohnanspruch	€/ha	85,25	103,85	117,8	101	121	118	121	96	112	115	88	91	217
Gemeinkosten	€/ha	55	55	55	18	55	55	55	55	55	55	18	18	55
Nutz.kost. Fläche**	€/ha	-53,6	-53,6	-53,6		-54	-54	-54	-54	-54	-54	-24	-24	50
<b>Vollkosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>763</b>	<b>1.042</b>	<b>1.188</b>	<b>735</b>	<b>1.016</b>	<b>969</b>	<b>973</b>	<b>775</b>	<b>979</b>	<b>1.077</b>	<b>624</b>	<b>694</b>	<b>1.252</b>
	<b>€/dt</b>	<b>1,45</b>	<b>2,08</b>	<b>2,50</b>	<b>2,45</b>	<b>2,67</b>	<b>2,62</b>	<b>2,70</b>	<b>2,67</b>	<b>2,80</b>	<b>2,53</b>	<b>2,49</b>	<b>2,13</b>	<b>3,79</b>
Endsubstratrücklage	€/dt	1,10	1,73	2,15	2,03	2,25	2,18	2,24	2,21	2,33	2,17	2,13	1,81	3,35
Risikozuschlag von	10 %	1,21	1,90	2,36	2,23	2,48	2,39	2,46	2,43	2,56	2,38	2,34	1,99	3,68
<b>Netto</b>		<b>1,11</b>	<b>1,75</b>	<b>2,17</b>	<b>2,05</b>	<b>2,28</b>	<b>2,20</b>	<b>2,26</b>	<b>2,23</b>	<b>2,35</b>	<b>2,19</b>	<b>2,14</b>	<b>1,83</b>	<b>3,38</b>

(SCHINDLER, 2006)

\* -20 bis -25 €/ha bei steuerermäßigtem Diesel \*\* abzügl. 45 €/ha NaWaRo-Prämie x 75 %





### Spezifische Produktionskosten von Substraten für Biogasanlagen nach Inhaltsstoffen

Tabelle 4-7

Silage aus ...	Kosten	Trocken-	Kosten	organ.	Kosten	Gasaus-	Kosten	Brenn-	Kosten
	€/dt FM	masse % T	€/dt T	TS %	€/dt oT	l/kg oT	€/l	kWh/l Gas	€/kWh
Mais	2,17	32	6,77	92	7,36	650	0,113	5,50	2,06
<b>Roggen Hauptfr.</b>	<b>2,28</b>	<b>35</b>	<b>6,50</b>	<b>90</b>	<b>7,22</b>	<b>600</b>	<b>0,120</b>	<b>5,50</b>	<b>2,19</b>
<b>Roggen Zwi.fr.</b>	<b>2,05</b>	<b>18</b>	<b>11,38</b>	<b>94</b>	<b>12,11</b>	<b>625</b>	<b>0,194</b>	<b>5,75</b>	<b>3,37</b>
Triticale	2,20	34	6,46	90	7,18	600	0,120	5,50	2,18
Weizen	2,26	34	6,64	90	7,38	600	0,123	5,50	2,24
Hafer	2,23	34	6,56	90	7,29	600	0,121	5,50	2,21
Raps	2,35	28	8,39	90	9,32	600	0,155	5,75	2,70
Sonnenblumen	2,19	33	6,63	91	7,28	625	0,117	5,50	2,12
Phacelia	2,14	20	10,72	92	11,66	600	0,194	5,75	3,38
Ölrettich	1,83	18	10,16	88	11,54	600	0,192	5,50	3,50
Gras	3,38	36	9,39	89	10,55	600	0,176	5,50	3,20
<b>Getreide (Korn)</b>	<b>9,09</b>	<b>86</b>	<b>10,57</b>	<b>91</b>	<b>11,62</b>	<b>650</b>	<b>0,179</b>	<b>6,00</b>	<b>2,98</b>

(SCHINDLER, 2006)

Beim Saatgut ist bei hohem Ertragsniveau generell von einem Zukauf auszugehen.

Bei der Düngung werden zunächst die Kosten ausschließlich mineralischer Düngung angesetzt. In der Zeile Endsubstratrücklage (Tabelle 4-6) werden die bei maximal zulässiger Nährstoffrückführung über Endsubstratausbringung einsparbaren Mineraldüngerkosten gegen gerechnet. In diesem Fall sind nur noch die Kosten für Kalk und mineralisch zugeführten Stickstoff aus

einer Ergänzungsdüngung kalkuliert, denn die Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen erfolgt in erster Linie über die Ausbringung von Gärresten der Biogasanlage, also in Form eines Nährstoffkreislaufs.

Gegenüber dem Anbau zur Körnergewinnung, bei dem Fremdbesatz in der Regel zu Abzügen beim Auszahlungspreis führt, ist dieser bei der Ganzpflanzenernte von geringerer ökonomischer Bedeutung, sodass der

jeweils individuell zu ermittelnde Pflanzenschutzaufwand ebenfalls oft deutlich niedriger ausfallen kann.

Die Maschinen werden in dieser Vergleichsrechnung mit Vollkosten in Ansatz gebracht. Diesem Ansatz liegt zugrunde, dass es durch einige Verfahren zur Neuanschaffung von Spezialmaschinen kommen kann, dass durch die gravierenden Änderungen der Anbaustruktur die Auslastung einzelner Maschinen deutlich steigt und dass der Fremdmaschineneinsatz weiter zunehmen wird, und letzterer wäre ohnehin mit den – der Vollkostenrechnung ähnlichen – Maschinenringsätzen zu bewerten. Dabei werden

kulturspezifische Bodenbearbeitung und Bergung unterstellt.

Die Nutzungskosten der Ackerflächen werden aus dem Anbau von Winterweizen abgeleitet und sind den jeweiligen Hauptfrüchten anzulasten. Insofern sind sie bei den Varianten „Phacelia“ und „Ölrettich“ als Zwischenfrucht nicht und in den Varianten mit Zweikulturanbau z.B. „Triticale + Silomais“ nur einmal in Ansatz zu bringen.

Wie die Tabelle 4-6 zeigt, ergeben sich bezogen auf die Anbaufläche im Phacelia-Anbau als Zwischenfrucht mit 624 EUR/ha die niedrigsten und beim Maisanbau mit 1.188 EUR/ha die höchsten Vollkosten. Die Werte geben



Roggen erreicht als Ganzpflanzensilage hohe organische Trockenmasse-Erträge.



zwar die Produktionskosten pro Flächeneinheit wieder, sind aber aufgrund der kulturspezifischen Ertragsunterschiede wenig aussagefähig hinsichtlich der Gestehungskosten pro Substrateinheit. Diese werden ermittelt durch die Division der Kosten pro Hektar durch den erzielten Ertrag. Dabei ergeben sich die niedrigsten Substratkosten mit 18,30 EUR/t, wenn Ölrettich als Zwischenfrucht angebaut wird und die höchsten Kosten mit 33,80 EUR/t für Grassilage (vgl. Tabelle 4-7).

In dieser Darstellung erscheint Maissilage mit 21,70 EUR/t Substrat gegenüber anderen möglichen Substraten (z.B. Roggen, Triticale bzw. Sonnenblumen) geringfügig günstiger.

Die Substratkosten sind für den Lieferanten eine wichtige ökonomische Kenngröße, nicht aber für den Anlagenbetreiber, da die erfolgsbestimmenden Parameter Trockensubstanzgehalt, Anteil organischer Trockensubstanz und Methanausbeute noch unberücksichtigt sind.

**Letztendlich ist für den Anlagenbetreiber der spezifische Kostenaufwand für die Substrate in Abhängigkeit von der Methanausbeute die Kennzahl, die ökonomische Effizienz beim Substrateinsatz verspricht.**

### **Spezifische Produktionskosten pro Kubikmeter Methan**

Zur Ermittlung der spezifischen Produktionskosten pro erzeugbarem Kubikmeter Methan sind neben den Kosten des Anbaus und den Erträgen auch Kenntnisse über die Gehalte an Trockensubstanz, an organischer Trockensubstanz und an erzielbarer Methanausbeute je Tonne organischer Trockensubstanz erforderlich. Nur so lässt sich für jede Kultur die Methanmenge ermitteln, die pro Hektar Anbaufläche am Ende gewonnen werden kann.

Die kulturspezifischen Parameter für die einzelnen Variablen sind ebenfalls in der Tabelle 4-6 dargestellt. Der Trockensubstanzgehalt der Substrate variiert deutlich in Abhängigkeit von dem angestrebten Bergungstermin. Hier gilt es, die optimale Lösung zwischen den beiden Extremwerten mindestens 25 bis 28 Prozent Trockensubstanz einerseits, damit kein Sickersaft austritt und sicheres Silieren erreicht wird, und 35 bis 40 Prozent andererseits, damit das Substrat auch Energie enthält, zu finden. Die Zwischenfruchtsilagen sind in diesem Punkt kritisch zu betrachten.

Die Anteile organischer Trockensubstanz sind wesentlich stärker kulturart-

abhängig und werden in der Regel zwischen 88 und 92 Prozent der Trockenmasse liegen. Hier erweisen sich Mais- und andere Getreidesilagen als besonders attraktiv.

In der Tabelle 4-7 werden die Substratkosten pro Hektar Anbaufläche über mehrere Zwischenschritte in spezifische Substratkosten pro m<sup>3</sup> erzeugten Methans umgerechnet.

**In den Bereitstellungskosten für Energie (gemessen als kWh Gesamtenergie) liegt Maissilage mit 2,06 Ct/kWh knapp vor der Sonnenblumen- (ca. 3 Prozent) und der Ganzpflanzensilage aus Triticale bzw. Roggen (5,8 Prozent) als nächstgünstigen Substraten.**

Die Zwischenfrüchte Roggen, Phacelia und Ölrettich, die zwischenzeitlich dank niedriger Hektar-Kosten bzw. geringer Kosten pro Tonne Substrat günstig erschienen, liefern aufgrund ihrer geringeren T-Gehalte mit tatsächlich 3,4 bzw. 3,5 Ct/kWh die mit Abstand teuerste Gesamtenergie.

Auch die Grassilage aus gezieltem Anbau zur Vergärung kostet mit 3,2 Ct/kWh rund 50 Prozent mehr als die günstigsten Substrate. Wird auch die Vergärung von Getreide in Erwägung

gezogen (letzte Zeile der Tabelle 4-7), so sind dessen Einstandskosten aus dem zu erwartenden durchschnittlichen Getreidepreis abzuleiten. Wird dieser im langjährigen Jahresmittel mit 90,90 EUR/t prognostiziert, so ergeben sich daraus Substratkosten von 2,98 Ct/kWh. Damit liegt Getreide bei den Substratkosten um ca. 45 Prozent über denen des Silomais. Erst bei einem langfristigen jahresdurchschnittlichen Getreidepreis von ca. 62,50 EUR/t ergibt sich eine Konkurrenzfähigkeit zu den günstigeren Substraten aus Mais- und Getreidesilagen.

#### **Fazit**

Durch den Bezug der reinen Bereitstellungskosten auf den erzielbaren Methanertrag, erweisen sich Silagen aus Mais und anderen Getreidearten als die günstigsten Substrate. Es kommt eben nicht darauf an, irgendein Substrat möglichst günstig zu erzeugen, es kommt vielmehr darauf an, was drin ist. Aus ökonomischer Sicht lautet somit die Handlungsmaxime nicht „viel Masse möglichst günstig“ sondern „viel Methan für wenig Geld“.





Die Nordbrandenburger BioEnergie verarbeitet jährlich 600.000 Tonnen Getreide (überwiegend Roggen) zu Ethanol.

## 4.4 Roggen zur Ethanolgewinnung

### 4.4.1 Politische Rahmenbedingungen

Die Europäischen Länder haben sich in der EU-Biokraftstoffrichtlinie das Ziel gesetzt, den Anteil der Biokraftstoffe von zurzeit 1,4 Prozent bis 2010 auf einen Anteil von 5,75 Prozent zu erhöhen. Ab Januar 2007 gilt deshalb auch in Deutschland eine Beimischungspflicht von Biokraftstoffen zu den fossilen

Kraftstoffen. Hintergrund der Richtlinie ist es, die Kohlendioxidbelastung zu reduzieren. Der Vorteil von Biokraftstoffen ist, dass hier nur die Menge Kohlendioxid ausgestoßen wird, die vorher durch die Pflanzen bei der Photosynthese der Atmosphäre entzogen wurde.

Bioethanol wird überwiegend aus Roggen, Weizen und Zuckerrüben oder Mais hergestellt. In Deutschland befinden sich derzeit drei Anlagen in der Produktion (Tabelle 4-8). Weitere sind in der Bau- oder Planungsphase.

Bei einem jährlichen Verbrauch von 24 Millionen Tonnen Ottokraftstoff in Deutschland ergibt sich für eine fünfprozentige Beimischung ein Bedarf von rund 1,2 Millionen Tonnen Bioethanol pro Jahr.

### Bioethanolanlagen in Deutschland

Tabelle 4-8

Standorte	Produktionsmenge m <sup>3</sup> /ha	Rohstoff t/a überwiegend
Zörbig	100.000	240.000 Roggen
Schwedt	230.000	550.000 Roggen
Zeitz	260.000	700.000 Weizen

ROGGENFORUM e.V., 2006

### 4.4.2 Anforderungen an den Rohstoff Getreide zur Ethanolgewinnung

Ethanolalkohol wird vorrangig aus der Vergärung von Kohlenhydraten und Zucker gewonnen. Der wichtigste vergärbare Inhaltstoff des Getreides ist die Stärke. Bezogen auf 100 Prozent Trockenmasse besitzt Weizen ca. 68 Prozent, Triticale 66 Prozent und Roggen 63 Prozent Stärke, wobei die Ethanolausbeute je Stärkeprozent beim Roggen am höchsten ist. Der Stärkegehalt steht in Konkurrenz zum Proteingehalt des Korns. Je geringer der Proteingehalt desto höher ist die Stärkeausbeute. Dies muss bei der Produktionstechnik berücksichtigt werden. Denn der Stärkegehalt ist ein zentrales Abrechnungskriterium. Im Mai 2006 wurden beispielsweise bei der Nordbrandenburger BioEnergie GmbH & Co. KG (NBE) in Schwedt für Roggen Ernte 2006 mit 15 Prozent Feuchte, 55 Prozent Stärke und max. 0,1 Prozent Mutterkorn, 85 EUR franko Fabrik vereinbart. Bei höheren Stärkegehalten ist ein Preiszuschlag, für Minderware ein Preisabschlag vorgesehen.

### Was sind die Anforderungen an Ethanolgetreide?

- Hoher Stärkegehalt (geringer Rohproteingehalt)
- Hohes Ertragspotenzial
- Hohes Tausendkorn- und Hektoliter-Gewicht
- Geringer Fusarium- und Mutterkornbesatz



Hohe Stärkegehalte im Roggenkorn sind durch eine angepasste Produktionstechnik beeinflussbar.



### Empfehlungen zur Bestandesführung:

- ” • *Hohe Andüngung (ca. 80 kg N/ha) meist beste Strategie*
- *Düngungsmaßnahmen bis Schossen mit 30 – 50 kg N/ha abschließen. (Späte Düngung begünstigt den Proteingehalt).*
- *Fungizid- und Wachstumsreglermaßnahmen einplanen (begünstigen im intensiven Roggenanbau ungestörte Stärkeeinlagerung).* “

### 4.4.3 Produktionstechnik

Die Stickstoffdüngung für Getreide zur Bioethanolverwertung muss wegen der oben genannten negativen Beziehung von Proteinen und Stärke im Korn auf die Vermeidung hoher Proteingehalte ausgelegt sein. Langjährige Güllestandorte, organische Düngung zur Frucht sowie Stickstoffspätgaben sind für den Anbau von Ethanolgetreide eher ungeeignet. Beim Pflanzenschutz kommt es in erster Linie auf die Vermeidung von Fusarium-Mykotoxinen und Mutterkorn-Alkaloiden an. Den Einfluss der Produktionstechnik auf den Stärkegehalt zeigt Tabelle 4-9.

### Einfluss der Anbautechnik auf die Stärkewerte und den Geldrohertrag

Tabelle 4-9

Behandlungsmethode	Input	Stärkegehalt %	Stärkeertrag dt	Geldrohertrag € 1 % Stärke = 20 ct
1	ohne	62,2	15,5	253
2	90 + 40 N	61,4	44,8	650
3	90 + 40 N 1F + WR	64,2	52,5	715
<b>4</b>	<b>60 + 40 + 30 N 2 x F + WR</b>	<b>65,9</b>	<b>58,4</b>	<b>768</b>
5	90 + 40 + 30 N 1 x F + WR	60,5	53,8	686
6	90 + 40 + 30 N 2 x F + WR	63,8	58,0	707

SAATEN-UNION GMBH, 2004

In diesem mehrjährigen Versuchsprojekt bringen die Anbauvarianten den höchsten Stärkeertrag und -gehalt, die die Kornausbildung des Roggens fördern und sichern. Dazu gehört neben einer frühjahrsbetonten Stickstoffdüngung auch die Fungizidbehandlung und der Wachstumsreglereinsatz.

### Fazit:

Für Ethanol als Biotreibstoff ist ein neuer Markt entstanden. Roggen ist grundsätzlich für die Ethanolherstellung geeignet. Mit einer angepassten Produktionstechnik ist mit dieser Getreideart auf leichten und mittleren Böden die kostengünstigste Stärke zu produzieren.



Auf leichten und mittleren Böden ist mit Roggen die kostengünstigste Stärke zur Herstellung von Bioethanol zu produzieren.

## 4.5 Roggen in der thermischen Verwertung

Die Getreideverbrennung hat aufgrund der hohen Öl- und niedrigen Getreidepreise eine große Aktualität erlangt. Bezogen auf den Brennwert ist sogar der Einsatz von Qualitätsgetreide zur Verbrennung rentabel. Vor allem für Landwirte erscheint deshalb der Einsatz von Getreide in der Heizung interessant.

Der Betrieb von Getreideverbrennungen unterliegt u.a. dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG). Die Genehmigung obliegt allerdings den einzelnen Bundesländern, so gibt es deutliche Unterschiede in der Genehmigungspraxis und unterschiedliche Grenzwerte für die Emissionen.

### Vergleich von Pflanzenbrennstoffen

Tabelle 4-10

Brennstoff	Heizwert kWh/kg	Aschegehalt Gewicht %	Erweichungspunkt Punkt °C	N Gewicht %
Nadelholz	5,23	0,79	1.398	0,14
Laubholz	5,11	0,55	1.265	0,49
Getreidestroh	4,78	5,68	960	0,47
Roggenkörner	4,74	2,04	710	1,91
Weizenkörner	4,72	2,69	689	2,28
Triticalekörner	4,70	2,06	730	1,68

BRÖKELAND, 2002

### 4.5.1 Einsatzmöglichkeiten von Roggen

Bei der energetischen Nutzung von Getreide wird unterschieden zwischen

- Ganzpflanzenverbrennung
- Strohverbrennung und
- Kornverbrennung

Wegen der hohen Energiedichte der Getreidekörner (bis zu 4,4 kWh/kg Korn) und der leichten Handhabung gewinnt die Verbrennung von Getreidekörnern immer mehr an Bedeutung. Roggen hat mit 4,74 kWh/kg einen etwas höheren Heizwert als Weizen oder Triticale (Tabelle 4-10).

### 4.5.2 Vor- und Nachteile von Roggen als Brennstoff

#### Vor- und Nachteile von Roggen als Brennstoff

Abbildung 4-11

Vorteile	Nachteile
Vermarktungsalternative (z.B. auch belastete Partien können verwertet werden)	Getreide ist noch kein Regelbrennstoff für Kleinanlagen unter 100 kW
Günstige Energiebilanz	Derzeit noch keine hundertprozentig ausgereifte Technik in Deutschland
CO <sub>2</sub> neutral	
	Hohe N-Gehalte dadurch NO <sub>x</sub> Belastung
Auch ohne weitere Förderung wirtschaftlich	
Niedrige Wärmegestehungskosten	
Hohe Energiedichte	
	Mittlerer Aschegehalt dadurch Rauchentwicklung
Gute mechanische Eigenschaften	

LICKFETT, 2005; CARMEN, 2006, ergänzt

### 4.5.3 Ethische Betrachtungen

Sowohl der Deutsche Bauernverband wie auch die landwirtschaftlichen Vertreterorganisationen der Evangelischen und Katholischen Kirche haben sich in

### Anforderungen an den Rohstoff Roggen zur Energienutzung

#### Verwertung

**Biogas**

- Hoher Masseertrag
- Hoher Anteil vergärbare Substanzen (Kohlenhydrate, Zellulose)
- Geringer Anteil lignifizierter Pflanzenteile

**Bioethanol**

- Hoher Stärkegehalt
- Hohes TKG und Hektolitergewicht
- Geringe Mutterkorn- und Fusariumbelastung
- Geringer Proteingehalt

**Brennstoff**

- Geringer Proteingehalt
- Geringer Kaliumgehalt
- Belastete Partien können verwertet werden

einer gemeinsamen Erklärung für die stärkere Verwendung Erneuerbarer Energien im Energiemix ausgesprochen (EKD, 2005). In der energetischen Nutzung der Biomasse wird eine reale Chance für verbesserten Klimaschutz und größere Unabhängigkeit von endlichen fossilen Energieträgern gesehen.

#### Fazit:

Getreide ist bezogen auf den Energiewert zurzeit preisgünstiger als Heizöl, deshalb ist eine Nutzung als Energieträger sinnvoll. Roggen ist hierbei im Vergleich ein besonders interessanter Brennstoff.



## 5. Pflanzenbauliche Grundlagen

### 5.1 Standortansprüche

Roggen stellt geringe Ansprüche an Standort und Klima. Er hat den geringsten Anspruch an die Keimtemperatur des Kornes, das schnellste Regenerationsvermögen im Frühjahr und eine ausgeprägte Winterhärte. Im Vernalisationsbedarf unterscheidet sich der Roggen nicht von den anderen Wintergetreidearten.

Roggen ist auf leichten Standorten die überlegene Kultur (Abbildung 5-1). Die Anspruchslosigkeit des Roggens, insbesondere der geringe Wasserbedarf in der Hauptvegetationszeit lässt auf diesen Böden keine Alternativen erkennen.

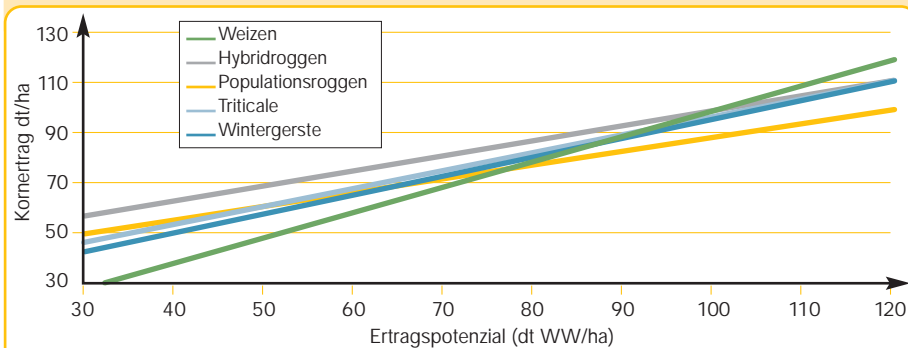
### 5.2 Wachstum und Ertragsbildung

Nach der Aussaat benötigt der Roggen eine Temperatursumme von 90 °C für den Feldaufgang, wenn die Wasserversorgung gewährleistet ist. Frühestens 280 Grad-Tage nach dem Feldaufgang (pro Blatt wird eine Temperatursumme von 70 Grad-Tagen benötigt) erreicht der Roggen das Vier-Blatt-Stadium, die Bestockung beginnt.

Sobald ein Trieb sechs Blätter gebildet hat und genügend vernalisiert ist, werden Ährchenanlagen gebildet („Doppelringstadium“). Dieses Sta-

#### Ertragsleistung ausgewählter Getreidearten in Abhängigkeit vom Standortpotenzial

Abbildung 5-1



LOCHOW-PETKUS GmbH, 2004, Auswertung von 140 LSV 2000 – 2003

#### Mindesttemperaturen und Mindestwasserbedarf von Wintergetreide

Tabelle 5-1

	Roggen	Triticale	Gerste	Weizen
Keimtemperatur °C				
- Minimum	1–2	1–3	2–4	2–4
- Optimum	20–25	20–25	20–25	20–25
Wachstumsbeginn °C	2–3	3–4	3–5	3–5
Vernalisationsbedarf				
- Temperatur °C	0–+3	0–+3	0–+3	0–+3
- Dauer in Tagen	30–50	35–60	20–40	40–70
Winterhärte (ohne Schneedecke) °C	-25	-18	-15	-20
Wasserbedarf in l/kg TS	250–300	280–380	250–350	300–400

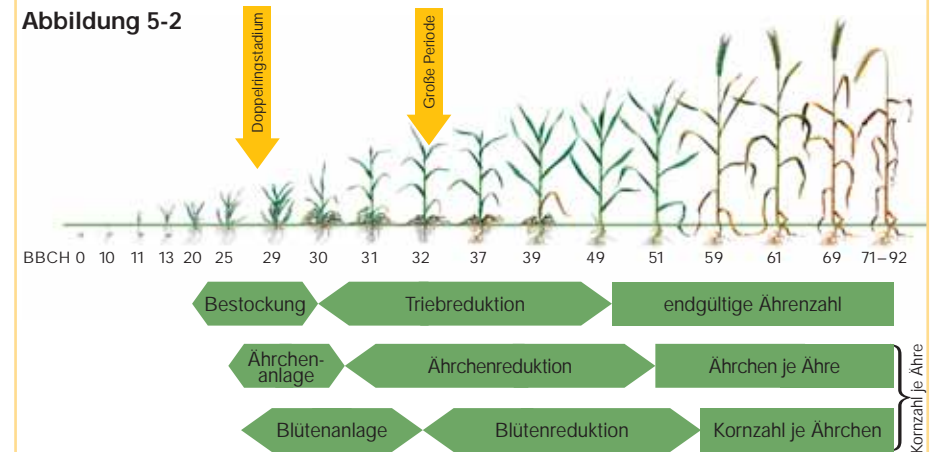
GEISLER, 1980

dium (BBCH 25 = Hauptbestockung) sollte in den kräftigen Trieben möglichst im Dezember/Januar eintreten. Später gebildete Triebe, die erst in den Früh-

jahrsmonaten mit der Ährchendifferenzierung beginnen, sind in der Regel labil und werden schnell wieder reduziert.

#### Wachstumsphasen von Getreide

Abbildung 5-2



BAYER CROP SCIENCE, 2006, ergänzt





Mit Beginn des Schossens (BBCH 30/31) setzt die Reduktion von Nebentrieben ein. Diese wird durch Nährstoff-, vor allem Stickstoffmangel und/oder Trockenheit verstärkt. Insgesamt sollte der Roggen nicht mehr als 50 Prozent der angelegten Triebe reduzieren müssen. In Abhängigkeit von der angestrebten Ährenzahl (450 Ähren/m<sup>2</sup> auf



Doppelringstadium

leichten bis 550 Ähren/m<sup>2</sup> auf besseren Standorten) sollten also höchstens 700 bis 1200 Triebe/m<sup>2</sup> zu Beginn des Schossens gezählt werden.

In der Praxis werden zu diesem Zeitpunkt häufig erheblich mehr Triebe ermittelt. Auf schwächeren Standorten und regelmäßig früher Trockenheit (ab Mitte/Ende April) bedeuten zu viel angelegte Triebe unproduktive Blattmassen, die Nährstoffe und Wasser verbrauchen und die Pflanzen durch ein günstiges Infektionsklima für Pilzkrankheiten zusätzlich schwächen. Die Ursache liegt in der immer noch zu dicken und/oder zu frühen Aussaat und damit einer langen Vegetationszeit nach dem Felddauung im Herbst.

Roggen bildet wie Weizen ein „Spitzenährchen“ als Abschluss der Ährenanlage aus. Jede Spindelstufe des Roggens hat ein zwei- bis fünfblütiges Ährchen. Das Spitzenährchen des Roggens bildet – anders als beim Weizen – in der Regel keine fertilen Blüten aus. Der Roggen kommt etwa Mitte April (BBCH 30/31) in das Stadium „Spitzenährchen“.



Spitzenährchen

Hat sich die Ähre vom obersten Knoten etwa 5 mm abgehoben und eine Länge von mehr als 20 mm erreicht, beginnt mit der „Großen Periode“ die Streckung der Ähre. Ein sicheres Merkmal für den Beginn der „Großen Periode“ ist das Einsetzen des Grannenwachstums an den oberen Ährchen



Große Periode

(BBCH 32 = 2-Knoten-Stadium). Dieses Stadium erreicht der Roggen Ende April/Anfang Mai. Mangel an Licht, Wasser, Nährstoffen aber auch Kälte beeinträchtigen die Blütendifferenzierung, die in dieser Zeit stattfindet.

Die Phase vom Beginn der Ährenstreckung bis zum Erscheinen der ersten Grannen ist beim Roggen sehr kurz.

Innerhalb weniger Tage kommt es, insbesondere bei feucht-warmer Witterung, zum **Grannenspitzen**.

Anfang Mai (Frühsaaten) bis Mitte Mai beginnt der Roggen mit dem Grannenschieben (BBCH 37).



Grannenspitzen

Die wohl wichtigsten Abschnitte in der Ertragsbildung des Roggens sind die **Blüte und die Kornfüllung**. Der Befruchtungserfolg beim Roggen ist abhängig von der Spreizung der Spelzen. Kaltes und regnerisches Wetter zur Blüte behindert die Öffnung der Spelzen und damit die Pollenverbreitung.

Während die Einflussnahme auf den Blühverlauf gering ist (zum Beispiel wird der Zeitpunkt der Blüte durch späte Wachstumsreglermaßnahmen verzögert), kann durch gezielte Stickstoffgaben vor der Blüte die Bildung von Speicherzellen als Ort der Assimilataufnahme gefördert werden.

### 5.3 Fruchtfolgegestaltung

Die Fruchtfolgegestaltung unterliegt in erster Linie den Ansprüchen der Wirtschaftlichkeit. Dies führte dazu, dass in reinen Marktfruchtbetrieben und auf besseren Böden der Anbau von Roggen in den vergangenen Jahren stark zurückgedrängt wurde. Das ging zum einen zu Lasten der Artenvielfalt, zum anderen bedeutet es den Verzicht auf eine blattgesunde Kultur. Durch die einseitige Ausrichtung der Fruchtfolgen steigen in der Regel die Produktionskosten. Der Roggen steht in Marktfruchtbetrieben zumeist als abtragende Frucht bzw. nach sich selbst in der Fruchtfolge. In Viehbetrieben wird häufig Silomais vor Roggen gestellt. Auf sandigen Standorten ist die Bodengüte in der Regel der begrenzende Faktor. Aufgrund fehlender und lohnender Alternativen zum Roggen sind der Fruchtfolgegestaltung Grenzen gesetzt.



## Fruchtfolgebeispiele in Abhängigkeit der Bodengüte

Tabelle 5-2

Sandboden (18 – 30 BP)	Viehbetrieb	Mais - Roggen - Roggen - (Zwischenfrucht)*
	Marktfruchtbetrieb	Roggen - Roggen/Gras(-vermehrung) als Untersaat-Gras-Roggen
		Lupinen - Roggen - Roggen
		Roggen - Roggen - Roggen - Brache
sandiger Lehm (30 – 40 BP)	Viehbetrieb	Mais - Mais - Roggen - Raps - Roggen
	Marktfruchtbetrieb	Triticale/Hybridweizen - Roggen - Roggen - Raps
	Biogas	Grünroggen*/Mais - Mais - Triticale - Roggen

N.U. AGRAR, 2006

\* Nur auf grundwassernehen Standorten bzw. in Regionen mit meist ausreichend Niederschlägen (z.B. Nordwestdeutschland)

Gute Erfahrungen liegen mit dem Anbau von Lupinen auf sehr leichten Standorten als Vorfrucht zu Winterroggen vor allem in viehlosen Betrieben vor.

## 5.4 Fruchtfolgekrankheiten

Die Gefährdung durch **Halmbruch** (*Pseudocercospora herpotrichoides*) und *Michrodochium nivale* (Schneeschimmel) ist vor allem durch die Stellung des Roggens in der Fruchtfolge relativ hoch.

Ein Problem enger Roggen-Mais-Fruchtfolgen ist das verstärkte Auftreten der **Stock- und Stängelälchen** (*Ditylenchus dispaci*). Der Wirtspflanzenkreis von *Ditylenchus dispaci* ist relativ groß, es werden neben Rüben und

Leguminosen auch Roggen, Mais und Hafer befallen. Weniger stark ist dagegen die Belastung von Weizen und Gerste.

Typische Befallssymptome sind die im Frühjahr in Bearbeitungsrichtung nesterweise zurückgebliebenen Pflanzen, die an der Halmbasis bei starker Bestockung zwiebelartig verformt sind und sich leicht aus dem Boden ziehen lassen.

### 5.4.1 Nematoden

Nematoden kommen überwiegend in kühl-feuchten Regionen vor. Nematoden-Verdachtsfälle werden mittlerweile aus vielen Bundesländern gemeldet, sie sind aber außer im Rheinland in ihrer Ausprägung eingegrenzt. Milde Winter begünstigen das Auftreten. Stockälchen dringen durch Verletzungen

gen und/oder Spaltöffnungen in die jungen Pflanzen ein. Der Schaden wird durch die Saugtätigkeit im unteren Stängelbereich hervorgerufen. Der Nematodenbefall ist nur mit Anbaupausen der entsprechenden Wirtspflanzen von mindestens vier Jahren einzudämmen. Zu beachten ist, dass auch kreuzblütige Unkräuter (Ackersenf, Hederich), Klettenlabkraut, Melde und die meisten Ungräser zum Wirtspflanzenkreis zählen, deshalb müssen diese konsequent bekämpft werden.

### 5.4.2 Cephalosporium – Streifenkrankheit

In Schleswig-Holstein, Hessen und Ostbayern ist die Cephalosporium-Streifenkrankheit in Weizenbeständen schon seit Mitte der 80er-Jahre bekannt. In den letzten Jahren sind an einigen wenigen Standorten in Niedersachsen und Sachsen-Anhalt auch Roggenbestände mit der Pilzkrankheit Cephalosporium (*Cephalosporium gramineum*) erkrankt.

#### Schadbild des Erregers

Die Krankheit tritt zunächst nur nesterweise auf. Nach dem Ährenschieben der Roggenpflanze (ab Mitte Mai) zeigen sich an den oberen Blättern hellgrüne und gelbe Streifen, die über die gesamte Länge der Blätter verlaufen. Später vergilben die Blätter. Die Halme

der befallenen Pflanze bleiben verkürzt und sind fahlgelb. Die Ähren werden weiß und taub. Es wird nur noch Schmachtkorn gebildet. In befallenen Bereichen kann es zu einem Ernteausfall von bis zu 50 Prozent kommen.

#### Biologie des Erregers

Übertragen wird die Pilzkrankheit *Cephalosporium gramineum* über Strohreste infizierter Vorfrüchte, Wildgräser und Auflaufgetreide.

Über Winter bildet der Pilz Konidien, die durch Regen in den Boden eingewaschen werden.

Unter ungünstigen Bedingungen für das Pflanzenwachstum (bei Temperaturen unter 5 °C und hoher Bodenfeuchtigkeit) kann der Pilz in das Wurzelsystem der Pflanze eindringen.

Begünstigt wird dies durch Wurzelverletzungen, die unter anderem durch Frost und Insektenfraß (z.B. Drahtwürmer oder Nematoden) verursacht werden.



Streifenkrankheit





## Ursachen für das Auftreten des Schaderregers

Die Streifenkrankheit tritt vor allem bei langjähriger Wintergetreidemonokultur auf. Gefördert wird die Entwicklung des Pilzes durch Minimalboden-

bearbeitung mit Strohresten an der Bodenoberfläche und nicht ausreichender Bekämpfung der Wirtspflanzen (Ausfallgetreide und Wildgräser) in Nichtgetreidekulturen. In Niedersachsen waren vorwiegend sehr schwache

### Bodenbürtige Viren in Roggen

Tabelle 5-3

<b>Namen:</b>	WSBMV ( <b>W</b> heat <b>S</b> oil <b>B</b> orne <b>M</b> osaic <b>V</b> irus) WYMV ( <b>W</b> heat <b>Y</b> ellow <b>M</b> osaic <b>V</b> irus)
<b>Befallsgebiete:</b>	Sachsen-Anhalt (Zerbst, Haldensleben), Niedersachsen (Osnabrück, Soltau), Bayern (Main-Spessart), Rheinland-Pfalz (Koblenz), Baden-W. (Karlsruhe)
<b>Symptome:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausgangs Winter hellgrüne Nester, Auswinterungsschäden</li> <li>- Auf jüngeren Blättern helle, kurze Strichel, die schließlich die gesamte Blattspreite überziehen</li> <li>- Auf älteren Blättern chlorotische/weißliche Streifen</li> <li>- Zwergwuchs (bis zu 50 % von Normallänge)</li> <li>- Ertragsverluste (bis zu 50 % vom Normalertrag)</li> </ul>
<b>Diagnose:</b>	Anhand von o.g. Symptomen sind beide Viren nicht unterscheidbar. Serologisch anhand jeweils spezifischer Antiseren (ELISA) aber Unterscheidung zuverlässig möglich.
<b>Infektion:</b>	Beide Viren sind mechanisch per Pflanzenrohextrakt übertragbar, optimale Temperaturen: WYMV <18 °C, WSBMV >18 °C  Natürliche Infektion mit Hilfe des Vektorpilzes <i>Polymyxa graminis</i> , dieser hat Biotypen, die spezifisch für die Wirtsarten sind.
<b>Wirtsarten:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- WYMV: Roggen, Weizen, Triticale</li> <li>- WSBMV: Roggen, Gerste, Bromus-Arten</li> </ul>
<b>Bekämpfung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine physikalischen oder chemischen Bekämpfungsmöglichkeiten</li> <li>- Späte Aussaat</li> <li>- Tolerante/resistente Sorten</li> </ul>
<b>Züchtungsaktivitäten:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erste Ergebnisse zeigen:</li> <li>- Große Varianz für Befall/Nichtbefall im Linienmaterial</li> <li>- GFP- Forschungsantrag mit BBA in Vorbereitung</li> </ul>

WARNECKE, 2000, ergänzt

Standorte mit ungünstiger Nährstoffversorgung und einem hohen Roggenanteil in der Fruchtfolge betroffen.

### Bekämpfungsmaßnahmen

Im Beobachtungsanbau unter Befallsbedingungen konnten erste Hinweise auf Sortenunterschiede in der Anfälligkeit gegenüber diesem Pilz gewonnen werden.

### Vorbeugende Maßnahmen

- Weite Fruchtfolge, möglichst keine Wintergetreidemonokulturen.
- Bei Infektion: Optimale Strohrotte und/oder Verzicht auf Minimalbodenbe-

arbeitung. Pflugeinsatz empfohlen.

- Effektive Bekämpfung der Wirtspflanzen in Nichtgetreidekulturen.
- Optimale Nährstoffversorgung, auch Phosphor, Kali (!) und pH-Wert einhalten.
- Im Beobachtungsanbau zeigten sich Sortenunterschiede hinsichtlich der Anfälligkeit. Sortenwahl überprüfen.
- Keine extremen Fröhsaaten, weil von einer zu starken Vorwinterentwicklung ein erhöhtes Befallsrisiko ausgeht.
- Nach momentanem Kenntnisstand keine Möglichkeit der Beize gegen den Schaderreger.



Roggen stellt von allen Getreidearten die geringsten Ansprüche an Standort und Klima.



## 6. Ergebnisse aus Feldversuchen am Standort Thyrow/Brandenburg

Prof. Frank Ellmer, Michael Baumecker, Institut für Pflanzenbauwissenschaften der Humboldt-Universität Berlin

Auf leichten Standorten ist Roggen die ertragsstärkste Getreideart (Abbildung 5-1). Die Humboldt-Universität hat deshalb an ihrem Versuchsstandort in Thyrow mehrere langjährige Versuche zu Roggenanbau in Monokultur und pflugloser Bodenbearbeitung durchgeführt.

### 6.1 Versuchsstandort

Der Versuchsstandort Thyrow liegt südlich von Berlin im Gebiet der mittelbrandenburgischen Platten und

Niederungen im Bereich der Nuthe-Notte-Niederung. Die am Standort dominierende Bodenform ist eine Fahl-erde-Braunerde aus kiesführendem Lehmsand über Fließsandlehm mit drei Prozent Tongehalt in der Krume. Bei einem Sandanteil von 83 Prozent wurde der Boden im Mittel mit 25 Punkten bewertet. Die Wasserspeicherefähigkeit ist mit 11,3 mm/dm gering und die Humus- sowie Nährstoffgehalte liegen auf einem niedrigen Niveau. Mit 495 mm Niederschlag im langjährigen Mittel ist der Standort vergleichsweise trocken, sodass er zu den typischen Roggenböden in Deutschland gehört.

#### Düngungsvarianten bei Winterroggen in Monokultur

Tabelle 6-1

Prüfglieder	Düngung			
	Stallmist (t/ha)	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)
Ohne Düngung	0	0	0	0
PK + Stallmist + Kalk	15	0	24	100
N <sub>1</sub> PK + Kalk	0	60	24	100
N <sub>1</sub> PK + Stallmist + Kalk	15	60	24	100
N <sub>2</sub> PK + Kalk	0	120	24	100

(ELLMER, BAUMECKER, HUMBOLDT-UNIVERSITÄT BERLIN, 2006)

#### Bodenzustand nach langjähriger Mangeldüngung (2004)

Tabelle 6-2

Prüfglieder	Bodenparameter			
	Corg-Gehalt (mg/100 g)	pH-Wert	P-Gehalt (mg/100 g)	K-Gehalt (mg/100 g)
Ohne Düngung	355	5,4	4,9	5,1
PK + Stallmist + Kalk	643	5,9	15,3	21,3
N <sub>1</sub> PK + Kalk	403	6,0	7,9	12,2
N <sub>1</sub> PK + Stallmist + Kalk	690	5,7	13,7	18,2
N <sub>2</sub> PK + Kalk	477	5,5	7,2	10,4

(ELLMER, BAUMECKER, HUMBOLDT-UNIVERSITÄT BERLIN, 2006)

### 6.2 Nährstoffmangelversuch mit Winterroggen in Selbstfolge

1998 wurde auf der Fläche eines Vorläuferversuches zur differenzierten organisch-mineralischen Düngung der Nährstoffmangelversuch mit Winterroggen-Selbstfolge eingerichtet (Tabelle

6-1). In ihm wird geprüft, wie Winterroggen auf stark differenzierte Bodenfruchtbarkeitszustände reagiert. Diese sind Folge der dauerhaft unterlassenen Zufuhr von Stallmist, Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumdüngung. Im Boden haben sich infolge der differenzierten Düngung erhebliche Unterschiede im Fruchtbarkeitszustand eingestellt (Tabelle 6-2). Die Erträge von Winterroggen hängen in diesem Versuch primär

#### Erträge von Winterroggen bei verschieden intensiver Düngung (Mittel 1998–2005)

Tabelle 6-3

Prüfglieder	Ertrag (dt/ha)		
	Korn (86 % TS)	Stroh (TM)	Biomasse (TM)
Ohne Düngung	12,8	16,0	27,1
PK + Stallmist + Kalk	32,1	39,8	67,4
N <sub>1</sub> PK + Kalk	39,1	43,8	77,4
N <sub>1</sub> PK + Stallmist + Kalk	47,0	57,3	97,7
N <sub>2</sub> PK + Kalk	49,0	54,5	96,6

(ELLMER, BAUMECKER, HUMBOLDT-UNIVERSITÄT BERLIN, 2006)



von der Höhe der Stickstoffdüngung ab (Tabelle 6-3). Mit organischer Düngung von 15 t/ha Stallmist pro Jahr und mineralischer Grunddüngung werden im achtjährigen Mittel 32 dt/ha Körnertrag erzielt. 60 kg/ha Mineral-N-Düngung ermöglichen 39 dt/ha. Die Verdoppelung der N-Düngung auf 120 kg/ha lässt den Körnertrag auf nahezu 50 dt/ha ansteigen. Mit diesem N-Düngereinsatz sind Biomasseerträge von knapp 100 dt/ha Trockenmasse erreichbar. Ähnliches gilt für die Kombination von 60 kg/ha Mineral-N mit 15 t/ha organischer Düngung.

#### Fazit:

Auf leicht schluffigem Sandboden mit 25 Bodenpunkten sind unter wasserlimitierten Standortverhältnissen Körnerträge von ca. 50 dt/ha bzw. 100 dt/ha Biomasse mit einem Stickstoffeinsatz von 120 kg/ha auch bei mehrjähriger Selbstfolge sicher erreichbar.

### 6.3 Feldversuch zur Ertragsentwicklung von Winterroggen in Monokultur

Der Versuch wurde 1988 angelegt und soll die Frage klären, ob auf leicht

schluffigen Sandböden der Roggenanbau in Monokultur eine pflanzenbauliche Option sein kann. Dazu wird eine Populationssorte mit mehrfach abgestufter Stickstoffdüngung fortdauernd geprüft (Abbildung 6-1).

Im Verlauf der letzten zehn Versuchsjahre hat der Monokulturanbau bei Stickstoffdüngung von 60 bzw. 120 kg/ha keine signifikanten Ertragsbeeinträchtigungen bewirkt. Dies ist offenbar vor allem auf den Einsatz von Fungiziden zur Ertragssicherung zurückzuführen. Ein tendenzieller Ertragsrückgang konnte lediglich in der Kontrollvariante ohne Mineral-N-Düngung beobachtet werden.

#### Fazit:

Bei fortdauernder Selbstfolge von Winterroggen (Monokultur) treten auf leicht schluffigem Sandboden (25 BP) keine signifikanten Ertragsminderungen ein, wenn eine ausreichende Nährstoffversorgung gewährleistet wird. Eine Roggenmonofruchtfolge ist unter wasserlimitierten Standortverhältnissen leichter Sandböden demzufolge eine mögliche Option.

### 6.4 Feldversuch zum Vergleich von Pflugsaat und Direktsaat bei Winterroggen

Seit 1998 wird in Thyrow die Ertragsentwicklung von Winterroggen bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungs- bzw. Bestellsystemen geprüft. Im Fruchtwechsel mit Silomais werden dazu folgende Varianten verglichen:

- konventionelle Saat (Saatfurche, 20 cm; Saatbettbereitung)
- Direktsaat (Saat in Maisstoppel ohne jede Bearbeitung).

Angebaut wird eine Populationssorte mit 120 kg/ha N-Düngung sowie jeweils einmaligem Herbizid- und Fungizideinsatz.

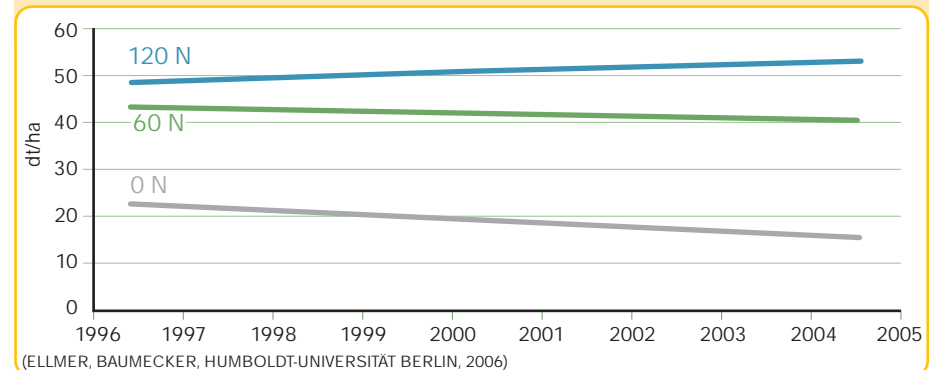
Nach sieben Versuchsjahren ergab sich, dass der Roggen die Direktsaat ohne Ertragseinbußen tolerierte. Mit Ausnahme des Jahres 2000 war der Körnertrag nach Direktsaat gleich oder höher als nach konventioneller Bestellung.

#### Fazit:

Auf leicht schluffigen Sandböden (25 BP) ist der Verzicht auf die wendende Bodenlockerung zu Winterroggen möglich, wenn er im Fruchtwechsel nach Blattfrucht angebaut wird.

#### Ertragsentwicklung von Winterroggen in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung (1996 – 2005)

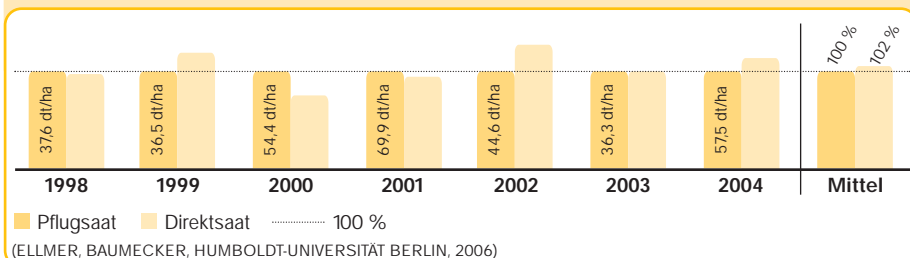
Abbildung 6-1





## Ertrag von Winterroggen nach Pflug- und Direktsaat (1998 – 2004)

Abbildung 6-2



## 6.5 Ergebnisse

Aus den vorliegenden langjährigen Feldversuchen ist abzuleiten, dass unter den Bedingungen von humus- und nährstoffarmen Sandböden ein wirtschaftlicher Anbau von Winterroggen mit einem Ertragsziel von ca. 50 dt/ha möglich ist. Die agrotechnischen Anwendungen können insbesondere bei der Bodenbearbeitung und Bestellung

minimiert werden. Im Bedarfsfall sind auch Selbstfolgen möglich. Voraussetzung dafür sind die ausreichende Stickstoffversorgung sowie Unkraut- und Krankheitskontrolle. Die Stickstoffdüngung kann bis zu 120 kg/ha in einer Gabe zu Vegetationsbeginn verabreicht werden.



Roggen in Monokultur kann auf leichten Standorten wirtschaftlich sein.

## 7. Wirtschaftliche Anbauverfahren

### 7.1 Sortenwahl

Die ersten Hybridsorten wurden 1984 auf den Markt gebracht. In der Beschreibenden Sortenliste 2005 mit den Neuzulassungen 2006 (Tabelle 7-1) sind insgesamt 35 Roggensorten, davon Hybridsorten, 12 Populationsorten und vier Synthetische Sorten, aufgeführt.

und der spätere Pflanzenverlust berücksichtigt werden.

#### 7.2.1 Einfluss von Saatzeit und Saatstärke auf den Roggenertrag

Untersuchungen der Versuchsstation Roggenstein der TU München (DENNERT und FISCHBECK, 1999) zeigen, dass der Einfluss der Saatstärke bei optimalem Saattermin im Bereich von 170–280 Körner/m<sup>2</sup> gering war. Der ökonomische Höchstertrag wurde in den Versuchen mit 170 Körner/m<sup>2</sup> erzielt. Die geringe Ertragssteigerung durch höhere Saatsmengen wogen die Saatgutkosten nicht auf.

### 7.2 Aussaat

Die Bestandesführung beginnt mit der Wahl des für den Standort optimalen Saattermins und der dem Standort und Saattermin angepassten Saatstärke. Bei der Ermittlung der Saatstärke müssen der wahrscheinliche Feldaufgang

#### Definition der Sortentypen

<b>Hybridsorten</b>	Die Sortenerhaltung und Saatgutproduktion erfolgen regelmäßig aus festgelegten, identisch reproduzierbaren Komponenten. Durch das System der männlichen Sterilität erfolgt eine gelenkte Befruchtung. Das zertifizierte Saatgut ist ein Kreuzungsprodukt aus den Ausgangskomponenten. Vorstufen- und Basissaatgut sind Komponenten und unterscheiden sich von der Sorte.
<b>Populationsorten</b>	Die Sorte befindet sich im genetischen Gleichgewicht.  Alle der Saatgutenerkennung unterstellten Vermehrungsstufen sind morphologisch und phänotypisch identisch und unterscheiden sich nicht.
<b>Synthetische Sorten</b>	Die Sortenerhaltung und Saatgutproduktion erfolgen regelmäßig aus festgelegten, identisch reproduzierbaren Komponenten, die gemeinsam abblühen.  Die Sorte befindet sich noch nicht im genetischen Gleichgewicht. Die einzelnen Vermehrungsstufen sind morphologisch und phänotypisch nicht identisch und können nicht gegeneinander ausgetauscht werden. Jede Saatgutkategorie ist eine definierte Generation.

BUNDESSORTENAMT, 2005

**Winterroggensorten und ausgewählte Eigenschaften**  
**Beschreibende Sortenliste 2005 und Neuzulassungen 2006**

**Tabelle 7-1**

	Jahr der Zulassung	Sortentyp	Pflanzenlänge Stufe 1	Lager	Mehltau	Rhynchosporium	Braunrost	Kornertrag Stufe 1	Kornertrag Stufe 2	Fallzahl
Agronom	2005	H	5	6	4	5	3	8	8	6
Amato	2005	H	4	6	4	5	4	9	9	4
Amilo	1992	P	6	3	4	5	4	4	4	8
Apart	1997	H	5	4	-	5	7	6	6	6
Askari	2003	H	5	4	4	7	5	8	9	6
Avanti	1997	H	5	5	4	4	6	8	8	7
Balistic	2006	H	4	4	3	5	4	9	9	7
Boresto	2000	P	7	5	3	5	4	4	4	5
Born	1998	P	7	5	4	5	3	4	4	5
Caroass	2002	S	6	4	4	5	5	6	5	7
Carotop	2002	S	5	5	4	5	6	6	6	6
Carotrumpf	2003	S	5	4	5	5	6	7	6	7
Cilion	2000	S	5	4	4	6	6	5	5	6
Conduct	2006	P	6	4	3	4	3	5	5	6
Danko	1980	P	7	2	-	6	4	4	3	5
Esprit	1995	H	5	5	5	4	7	7	8	7
Evolu	2006	H	4	4	3	5	4	9	9	7
Fernando	1998	H	4	4	3	5	6	7	7	7
Festus	2004	H	3	2	4	4	3	8	7	5
Fugato	2004	H	6	5	5	4	3	8	8	6
Gamet	2000	H	4	6	4	4	4	7	8	6
Hacada	1993	P	6	5	4	5	5	5	4	6
Halo	1977	P	6	6	4	5	5	3	3	6
Matador	2001	P	6	4	5	5	5	5	5	6
Nikita	1998	P	6	4	3	5	4	4	4	6
Picasso	1999	H	4	4	4	5	6	7	7	7
Plato	2001	P	6	4	4	6	4	5	4	6
Pollino	2005	H	4	6	7	4	5	9	9	6
Rasant	2004	H	5	5	6	4	4	9	9	5
Recrut	2002	P	6	4	4	5	4	5	5	6
Resonanz	2004	H	5	6	5	4	4	8	8	5
Treviso	2001	H	5	3	4	5	6	7	8	6
Ursus	1997	H	4	5	4	5	6	8	8	6
Visello	2006	H	4	5	4	4	4	9	9	7
Walet	2001	P	6	2	4	6	3	4	4	6

(BUNDESSORTENAMT, 2005)

**Orientierungswerte für Ertrag und Ertragsstruktur von Winterroggen**

**Tabelle 7-2**

Boden	25–35 BP*	30 – 40 BP*	40 – 55 BP*
Kornertrag dt/ha	50 – 60	70 – 90	90 – 110
Keimpflanzen/m²	120 – 140	150	200
Triebe je m² zu Vegetationsbeginn	500 – 650	600 – 900	1.000 – 1.100
Triebe je Pflanze BBCH 32/37	3 – 4	4 – 5	5 – 6
Ähren je m²	30 – 450	400 – 500	500 – 600
Körner je m²	12.000 – 13.000	15.000 – 17.000	20.000 – 24.000
TKG in g	35 – 42	38 – 46	42 – 48
Einzelährenertrag in g	1,3 – 1,5	1,4 – 1,8	1,6 – 2,0

N. U. AGRAR, 2006

\* Höhere Werte auf Standorten mit gesicherten Wasserverhältnissen in der Abreife.

Die optimale Ertragsstruktur eines Roggenbestandes in Abhängigkeit von der Bodengüte veranschaulicht Tabelle 7-2.

Mit dem Trend zur frühen Bestellung geht das Risiko von vegetativ überzogenen Beständen einher: Bestände mit

acht und mehr kräftigen Trieben je Pflanze vor Winter bilden zwar ein weit verzweigtes Wurzelsystem aus, sind aber im Frühjahr schwer zu führen, Lagergefahr und Krankheitsdruck steigen massiv an. Extreme Früh-/Dünnsaaten müssen daher im Frühjahr

**Zielkeimpflanzen/m² in Abhängigkeit von ausgewählten Sorten und Saatzeit**

**Tabelle 7-3**

Bestellung	früh	normal	spät
Voraussichtliche Entwicklung bis Vegetationsende	6 – 8 Triebe/Pflanze	3 – 5 Triebe/Pflanze	1 – 2 Triebe/Pflanze
Hybridsorten:			
Frühsaatgeeignete Sorten*	120 – 140	200 – 220	-
Normalsaaten	130 – 150	170 – 200	220 – 250
Spätsaatgeeignete Sorten**	130 – 150	150 – 200	220 – 250
Populationsorten	180 – 200	200 – 250	300 – 350

N. U. AGRAR, 2006

\* Standfeste, nicht bestockungsintensive Sorten

\*\* Bestockungsfreudige Sorten



verhalten angedüngt werden, um die Seitentriebe nicht übermäßig zu fördern. Erst in der Schossphase, wenn die Reduktion von schwachen Trieben einsetzt, spätestens jedoch zur „Großen Periode“ kann nachgedüngt werden. Ziel ist das Vermeiden von Nachblühern, die das Mutterkornrisiko erhöhen. Der in Abbildung 7-1 dargestellte zwei-jährige Versuch bestätigt im Wesentlichen die Ergebnisse aus Roggenstein: Bei Einhaltung des optimalen Saattermins war der Einfluss der Jahreswitterung (insbesondere des

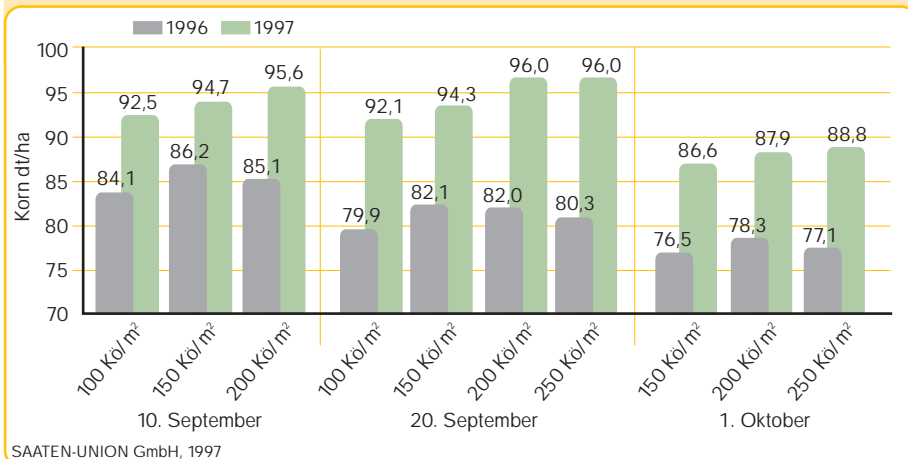
Verlaufes der Stickstoffaufnahme in den wichtigsten Stadien: Schossphase, Kornfüllung) auf den Ertrag stärker, als der Einfluss der Saatstärke.

In einem Spätsaat-Versuch (Standorte: Seligenstadt und Klausheide) variierte die Aussaatzeit jeweils um drei Wochen, der erste Termin lag Anfang Oktober. Während die Ertragswirkung der Saatstärkenunterschiede von 150 Körnern/m<sup>2</sup> zu 250 Körnern/m<sup>2</sup> zum ersten Aussaattermin marginal war, nahm der Kornertrag deutlich ab, je später die Aussaat erfolgte (Abbildung 7-2).

### Einfluss der Saatzeit und Saatstärke auf den Kornertrag von Hybridroggen 1996 und 1997

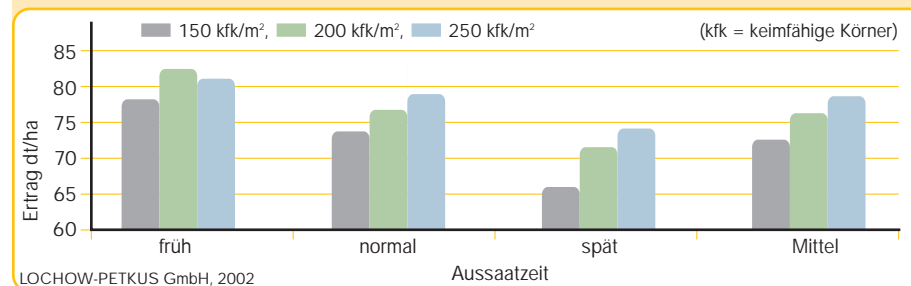
(Mittelwerte der Standorte Sülbeck, Erbstorf u. Criewen, der Düngungsstufen 90-50-40 und 50-90-40 sowie der Varianten mit Fungizid- und Wachstumsreglereinsatz)

Abbildung 7-1



### Einfluss von Aussaatzeit und Aussaatstärke auf den Kornertrag von Hybridroggen

Abbildung 7-2



#### Fazit:

Der optimale Aussaattermin liegt auf den meisten Standorten zwischen dem 15. und 25. September.

tationszeit ist, umso stärker müssen die beeinflussbaren Größen beachtet werden.

### 7.2.2 Wasser als ertragsbegrenzender Faktor

Obwohl Roggen robust ist, leidet er aufgrund der Standortwahl häufiger als andere Wintergetreidearten unter Wassermangel, der sowohl aus der geringen Niederschlagstätigkeit als auch infolge des geringeren Wasserspeichervermögens des Bodens resultieren kann (Tabelle 7-4).

#### Fazit:

Je schwächer der Standort und je geringer die Niederschlagswahrscheinlichkeit während der Hauptvege-

### Der spezifische Wasserbedarf steigt mit ...

... **nicht beeinflussbaren Faktoren:**

- höherer Temperatur
- geringerer Luftfeuchte
- zunehmendem Wind

... **beeinflussbaren Faktoren:**

- ungünstigem Korn-Stroh-Verhältnis
- hohem Krankheitsdruck
- zunehmender innerpflanzlicher Konkurrenz



**Theoretisches Ertragsniveau von Getreide (dt/ha) in Abhängigkeit vom Wasservorrat des Bodens**

**Tabelle 7-4**

Bodenart/-punkte	Lehmiger Sand, 30 BP		Sandiger Lehm, 60 BP		Schluffiger Lehm, 60 BP		Lehmiger Ton, 50 BP	
Nutzbare Feldkapazität Wasser in mm	80–100		150–180		220–250		140–170	
% Sättigung nach Winter	70	100	70	100	70	100	70	100
Niederschläge April bis Juni								
0 mm	20	30	40	55	45	65	35	50
100 mm	50	60	65	80	80	100	50	75
200 mm	70	80	100	110	110	130	70	100
300 mm	80	90	100	100	120	100	90	80

N.U. AGRAR, 2006

### 7.3 Düngung

Roggen hat aufgrund des gut ausgebildeten Wurzelsystems das beste Nährstoffaneignungsvermögen aller Getreidearten. Da er aber zumeist auf Standorten angebaut wird, die von Haus aus schwach mit Nährstoffen versorgt sind, muss die Nährstoffversorgung durch gezielte Düngungsmaßnahmen sichergestellt werden, um das Ertragspotenzial auszuschöpfen.

#### 7.3.1 Stickstoff

Wird Roggen nach Getreide oder Mais angebaut, sind die Stickstoffvorräte aus der Vorfrucht gering. Je nach Saattermin und Saatstärke stellt eine Stickstoffdüngung im Herbst von 20-30 kg/ha den Stickstoffbedarf bis zum

Frühjahr sicher. Mit der Startgabe im Frühjahr wird auf die Ährchendifferenzierung (in spät gesäten Beständen auch noch auf die Bestockung) Einfluss genommen. Nur in ausgesprochen dünnen Beständen (Spätsaaten mit weniger als zwei kräftigen Trieben/Pflanze) sollten mehr als 30 Prozent der vorgesehenen Gesamtstickstoffmenge zu diesem Termin fallen. Insbesondere auf schwachen Standorten darf die Bestandesdichte nicht überzogen werden.

In dichten Beständen mit mehr als 1.000 bis 1.200 Trieben/m<sup>2</sup> (BBCH 30) erfolgt die zweite Stickstoffgabe im Frühjahr erst zur „Großen Periode“ (BBCH 32). Bis dahin müssen die zuletzt angelegten schwachen Triebe re-

duziert werden. Mit dieser Düngung wird in erster Linie die Kornzahl/Ähre positiv beeinflusst. In dünnen Beständen mit weniger als 900 Trieben/m<sup>2</sup> in BBCH 30 muss dagegen die Nachdüngung spätestens zu Schossbeginn erfolgen, um ausreichend Triebe zu erhalten. Die Stickstoffmenge in der Schossphase sollte 50 Prozent der Gesamtmenge nicht unterschreiten.

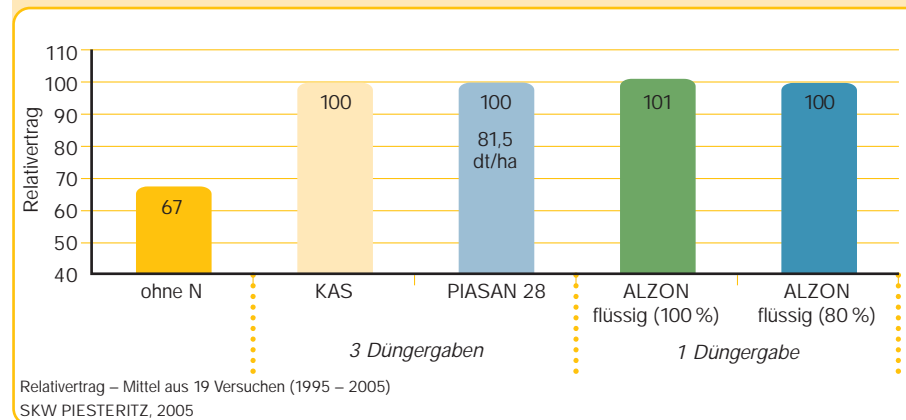
Auf schwachen Standorten mit anhaltender Frühjahrstrockenheit kann die Stickstoffdüngung zum Schossen mit der Spätgabe zusammengefasst werden, wenn das Wasser zur Blüte mit hoher Wahrscheinlichkeit abreißt. In diesem Fall dürfen aber nicht mehr als 20 kg/ha Stickstoff als Nitratstickstoff

fallen, um das Lagerrisiko nicht ansteigen zu lassen. Auf Standorten mit gesicherten Wasserverhältnissen kann durch eine dritte Stickstoffgabe zwischen Fahnenblattschieben und Grannenspitzen des Roggens, gezielt auf die Ausbildung der Speicherorgane Einfluss genommen werden. Ammoniumhaltige oder Amiddünger sind zu bevorzugen.

Unter dem Aspekt der Kosten- und vor allem der Arbeitszeiteinsparung wird in einigen Regionen die Düngung mit stabilisierten Stickstoffformen getestet. Den eingesetzten Stickstoffdüngern werden Nitrifikationshemmer beigelegt, die die Umwandlung des Ammoniums (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) zu Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

### Einfluss unterschiedlicher Düngergaben auf den Ertrag

**Abbildung 7-3**



über einen Zeitraum von acht bis zwölf Wochen verzögern. Die am häufigsten eingesetzten Nitrifikationshemmer sind Dicyandiamid (als Zusatz zu ammoniumhaltigen Stickstoffdüngern, zum Beispiel Alzon 47, Alzon flüssig) und Dimethylpyrazolphosphat (z.B. Entec + KAS/ASS). Ziel dieser Düngungsstrategie ist es, eine bessere Stickstoffverwertung bei Trockenheit und die Nitratauswaschung besonders auf leichten Standorten zu verringern. In Abhängigkeit von der Entwicklung des Bestandes nach Winter und der zu erwartenden Frühjahrswitterung kann mit diesen Düngern der vorgesehene Stickstoff in einer Gabe fallen.

In Versuchen wurde die Ertragswirkung der einmaligen Düngung im Vergleich zu herkömmlichen Düngungsmustern untersucht. Aus der von der SKW Piesteritz durchgeführten zehnjährigen Prüfung geht hervor, dass in der Reduzierung der Gesamtstickstoffmenge möglicherweise ein Kostensparpotenzial liegt, das über die Mehrkosten für den stabilisierten Dünger

hinausgeht. Der Einfluss auf das Ertragsgeschehen war marginal.

Die Versuche der Humboldt-Universität (Tabelle 7-5) zeigen ein ähnliches Ergebnis: Die einmalige Düngung mit

**Kornertrag von Winterroggen bei differenzierter N-Düngung**  
(Mittel 2002 bis 2004)

**Tabelle 7-5**

N-Düngerform	N-Düngung (kg/ha)	Kornertrag (dt/ha)
Ohne N-Düngung	0	23,8
Kalkammonsalpeter	70 + 30	50,9
Entec®	100	53,4
Kalkammonsalpeter	70 + 50	51,8
Ammonsulfatsalpeter	70 + 50	52,7
Kalkammonsalpeter	120	53,0
Entec®	120	53,2

HUMBOLDT-UNIVERSITÄT, 2004



**Roggen hat das beste Nährstoffaneignungsvermögen aller Getreidearten.**

„Entec“ hatte in Bezug auf den Ertrag gegenüber der zweimaligen Düngung weder Vor- noch Nachteile.

Die Ergebnisse zeigen, dass die einmalige Düngung unabhängig von der Form ohne Ertragseinbußen möglich ist.

**Fazit:**

Die Düngung mit stabilisierten Stickstoffdüngern hat auf Standorten, die ab Mitte April regelmäßig unter

Trockenheit leiden, Vorteile. Nach Winter üppig entwickelte Bestände sollten eher mit Alzon (überwiegend NH<sub>4</sub>-N) ab BBCH 30; schwach entwickelte Bestände mit Entec (NH<sub>4</sub> + NO<sub>3</sub>-N) zu Vegetationsbeginn gedüngt werden. Der Einfluss des Stickstoffs auf die Bestandesbildung in der Hauptvegetationszeit ist mit stabilisierten Düngern nur in geringem Umfang möglich.

**N-Bedarfsberechnung zu Winterroggen**

**Tabelle 7-6**

	Beispiel 1	Beispiel 2
Ertragserwartung x 2,0 – 2,3* = N-Gesamtaufnahme	90 dt/ha x 2,3 = 210 kg/ha N	65 dt/ha x 2,3 = 150 kg/ha N
<b>Zzgl. nicht ausnutzbarer N-Vorrat</b> im Boden (unter Roggen)		
IS ca. 15 kg z.B.	-	+ 15 kg/ha N
hL, sL, uL ca. 25 kg z.B.	+ 25 kg/ha N	-
L ca. 30 kg	-	-
tL ca. 40 kg	-	-
<b>N-Bedarf</b> abzüglich N <sub>min</sub> 0 – 60 cm z.B.	<b>235 kg/ha N</b> - 35 kg/ha N	<b>165 kg/ha N</b> - 10 kg/ha N
<b>abzüglich N-Aufnahme vor Winter</b>		
üppiger Bestand 35 kg	-	-
kräftiger Bestand 25 kg z.B.	- 25 kg/ha N	-
knapper Bestand 15 kg z.B.	-	- 15 kg/ha N
schwacher Bestand 10 kg	-	-
<b>abzüglich N<sub>mob</sub> (Getreidevorrucht) bis Anfang Juni</b>		
30 BP ca. 10 kg z.B.	-	- 10 kg/ha N
50 BP ca. 40 kg z.B.	- 30 kg/ha N	-
70 BP ca. 60 kg	-	-
Blattfrüchte ca. 40 kg	-	-
<b>N-Düngung</b>	<b>145 kg/ha N</b>	<b>130 kg/ha N</b>

N.U. AGRAR, 2006

Bodenarten: IS = lehmiger Sand, hL = humuser Lehm, sL = sandiger Lehm, uL = schluffiger Lehm, L = Lehm, tL = toniger Lehm  
\* Niedriger Wert auf leichten Standorten, höherer Wert auf besseren Standorten.



### Berechnung der N-Startgabe (hohe bis sehr hohe Ertragserwartung)

Tabelle 7-7

Zielähren je m <sup>2</sup>	350	450	550
N-Aufnahme bis BBCH 31	40	50	60
Zuschläge für Boden, z.B.			
Sand	+ 10		
Anlehmiger Sand		+ 15	
Lehm			+ 20
<b>Summe</b>	<b>50</b>	<b>65</b>	<b>80</b>
Abzüglich N-Aufnahme vor Winter			
Üppiger Bestand			- 25
Normaler Bestand		- 20	
Schwacher Bestand	- 15		
N <sub>min</sub> (0–30 cm)	- 10	- 20	- 25
N <sub>mob</sub> (bis Mitte April)	0	0	0
Summe Abzüge	25	40	50
<b>Mindestbedarf 1. N-Gabe</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>30</b>

N.U. AGRAR, 2006

In Tabelle 7-6 wird die N-Bedarfsberechnung für eine geteilte, dem Entwicklungsverlauf angepasste Düngung vorgenommen.

Zusätzliche Korrekturen ergeben sich, wenn zur Frucht oder in der Fruchtfolge organische Dünger ausgebracht wurden. Zum Beispiel

- Gülle im Herbst eingearbeitet - 10 kg/ha,
- Stallmist im Herbst eingearbeitet - 20 kg/ha,
- Hühnertrockenkot im Herbst eingearbeitet - 15 kg/ha.

Auf langjährigen Gülle-/Miststandorten müssen zusätzlich 10 kg/ha Stickstoff aus der längerfristigen Nachwirkung abgezogen werden.

Jahresbedingte Korrekturwerte ergeben sich weiterhin aus dem verbliebenen Strohanteil, der zur Stickstoffsperre führen kann, wenn in Trockengebieten oder Trockenjahren das Getreide oder Maisstroh im Herbst nicht zersetzt wurde. Bei pflugloser Bestellung bedeutet das zusätzlich 20–30 kg/ha Stickstoff zur Startgabe, um die Strohhotte im Krumbereich zu fördern.

### Folgedüngungen:

Die zweite und dritte Stickstoffgabe ergeben sich aus der Gesamtstickstoffmenge abzüglich der Startgabe.

Die Aufteilung der zweiten Stickstoffgabe (N2) und der dritten Stickstoffgabe (N3) erfolgt:

- bei frühem Vegetationsbeginn zu 50 Prozent zu N2 (BBCH 32) und zu 50 Prozent zu N3 (Blüte)

- bei spätem Vegetationsbeginn:

N2 = 70 Prozent, N3 = 30 Prozent

Die Gaben können auf Trockenstandorten zusammengefasst werden. Mehr als 90 kg/ha Stickstoff sollten auf Sandböden nicht in einer Gabe gegeben werden. Vorzugsweise sind Ammonium- oder Amidhaltige N-Dünger einzusetzen.

### Fazit:

Auf Standorten mit einer Ertragserwartung zwischen 45–55 dt/ha (langjähriges Mittel) ist die Ausbringung von stabilisierten Stickstoffdüngern zu Beginn der Vegetation im Frühjahr die wirtschaftlichste Form der Stickstoffdüngung. Mit steigender Ertragsfähigkeit und Ertragssicherheit des Standorts überwiegen die Vorteile der gezielten Einflussnahme auf die Bestandesbildung durch die Aufteilung der Stickstoffdüngung.

### Welche Düngerform ist richtig?

In üppigen Beständen mit mehr als vier bis fünf Trieben je Pflanze bei 150 Pflanzen/m<sup>2</sup> kommt es im Frühjahr darauf an, die Ährchenanlagen in den kräftigen Triebe abzusichern, ohne schwache Triebe zu fördern oder gar die Frühjahrbestockung anzuregen. Dies ist mit verhaltenen Stickstoffmengen (20–30 kg/ha N) eines NH<sub>4</sub>-haltigen Stickstoffdüngers möglich, z.B. SSA, PiamonS, Harnstoff, Piagran. Bereits mit 1 dt/ha SSA wird der Schwefelbedarf des Roggens (24 kg/ha S) gedeckt.

Für die Stickstoffdüngung in der Schossphase spielt die N-Form eine untergeordnete Rolle. In Regionen mit regelmäßiger Trockenheit ab Mitte Mai kann die zweite und dritte Stickstoffgabe zusammengefasst werden. Je trockener der Boden zum Zeitpunkt der N-Düngung ist, um so mehr Vorteile haben NO<sub>3</sub>-haltige Dünger (KAS), allerdings sollten nicht mehr als 20 kg/ha NO<sub>3</sub>-N in einer Gabe fallen, um das Lagerisiko nicht zu verstärken.

In schwachen Beständen müssen dagegen möglichst alle im Herbst angelegten Triebe erhalten werden. Die Startgabe muss sofort zur Wirkung kommen. In diesem Fall kommen NO<sub>3</sub>-haltige Stickstoffdünger zum Einsatz. Allerdings darf die Gesamtnitratmenge



### Mittlere Nährstoffaufnahme (Korn + Stroh) von Roggen

Tabelle 7-8

	N kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha	MgO kg/ha	CaO kg/ha	S kg/ha	B g/ha	Cu g/ha	Zn g/ha	Mn g/ha
40 dt/ha	110	40	75	15	15	10	40	30	120	350
60 dt/ha	150	60	115	22	22	15	45	40	150	400
80 dt/ha	200	80	150	30	30	20	50	50	200	600
Zu-/Abschläge je dt Korn	1,8	0,6	0,5	0,25	0,1	0,2	-	-	-	-

SLOTTA, 1992

in Böden unter 40 Bodenpunkten 30 kg/ha NO<sub>3</sub>-N nicht überschreiten. Die Schwefeldüngung muss in schwachen Beständen möglichst mit der Andüngung erfolgen, um die Stickstoffwirkung zu unterstützen. In kräftigen Beständen reicht es, wenn der Schwefel ab Beginn des Schossens zur Verfügung steht.

### 7.3.2 Versorgung mit Grundnährstoffen und Spurenelementen

Stabile Erträge ohne größere Schwankungen von Jahr zu Jahr erfordern neben Stickstoff und Schwefel eine ausreichende Versorgung mit Grundnährstoffen und Spurenelementen. In Tabelle 7-8 ist der Nährstoffbedarf des Roggens in Abhängigkeit vom angestrebten Ertrag aufgeführt.

### Auf welche Nährstoffe kommt es an?

Insbesondere in Trockengebieten muss eine ausreichende **Kalium**versorgung sichergestellt sein, am besten direkt zur Frucht (z.B. NPK als Stickstoffdünger). Das Kali erhält den Turgordruck in den Zellen und verstärkt die Trockentoleranz. Da Kalium die Stärkesynthese fördert, kommt der Kaliumdüngung beim Anbau von Roggen für die Bioethanolgewinnung eine besondere Bedeutung zu.

**Magnesiummangel** tritt regelmäßig auf den von Haus aus schwachen, diluvialen Standorten im Nordosten auf, wenn keine entsprechende Düngung (z.B. mit Kieserit, Patentkali) erfolgt. Nur mit Bittersalz kann der Magnesiumbedarf auf Standorten mit weniger als 5 mg Magnesium/100 g Boden (SCHACHT-SCHNABEL, 1984) nicht gedeckt werden.

In der Praxis wird Roggen oft auf humosen Sandböden (mit einem Humusgehalt über vier Prozent) oder auf den typischen Heidesandböden mit niedrigen **Kupfer**gehalten, angebaut. Obwohl Roggen im Vergleich zu anderen Getreidearten ein gutes Aneignungs- und Translokationsvermögen für Kupfer hat (BERGMANN, 1988), führte die Blattkupferdüngung auf diesen Standorten, besonders bei trocken-kalter Witterung, in allen Versuchen zu deutlichen Ertragsvorteilen.

Der von Hempler (1982) beschriebene Zusammenhang zwischen **Mangan**mangel und dem Auftreten von *Rhynchosporium* muss auch im Roggenanbau beachtet werden. Manganmangel tritt regelmäßig auf überkalkten Sandböden, generell auf überlockerten Böden auf, weil das Mangan zu unlöslichem MnO<sub>2</sub> oxidiert wird. Für die Befruchtungssicherheit ist weiterhin die Borversorgung zur Blüte zu

beachten. Bei Borgehalten unter 0,2 ppm ist auch zum Roggen die Bor-Blattdüngung (30–50 g/ha) im Fahnenblattstadium bzw. zur Blüte angebracht. Auch wenn die Bodengehalte auf den ersten Blick ausreichend erscheinen: In trockenen Böden werden mit Ausnahme von Nitratstickstoff, Magnesium und Kalzium alle Nährstoffe mehr oder weniger stark festgelegt. Im Zweifelsfall gibt eine Pflanzenanalyse Auskunft. In Tabelle 7-9 sind die Werte für eine ausreichende Versorgung des Roggens in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium angegeben.

### Fazit:

Eine ausreichende Versorgung mit Grundnährstoffen und Spurenelementen muss zur Ertragssicherung gewährleistet werden. Eine gute Kaliumversorgung verstärkt die Trockentoleranz und fördert die Stärkesynthese.

### Ausreichende Nährstoffgehalte in der Trockenmasse von Roggen

Tabelle 7-9

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	B	Mo	Cu	Zn	Mn
	%						Ppm			
BBCH 30/31	2,5-5,0	0,30-0,6	2,8-4,5	0,35-1,0	0,15-0,3	5-10	0,1-0,3	6-12	25-100	20-60
BBCH 37/39	2,0-4,0	0,25-0,5	2,7-4,0	0,30-1,0	0,12-0,3	4-10	0,1-0,3	5-10	20-100	15-60

BERGMANN, 1992

**Zugelassene Wachstumsregler in Winterroggen**

**Tabelle 7-10**

Wirkstoff	Mittel	max. Aufwandmenge	max. Anwendungen	BBCH								Wirkstoffgehalt g/l		
				21	29	30	31	32	37	39	49			
Chlormequat-chlorid	CCC 720 CCC 720 FC Cycocel 720 Chlormequat 720	2,0	1											720
Trinexapac-e.	Moddus	0,3 0,6	1 1											250
Mepiquat-chl. Prohexadion-C	Medax Top	1,5	1											300 + 50
Ethephon	Camposan Extra	1,1	1											660

N.U. AGRAR, 2006

## 7.4 Pflanzenschutz

### 7.4.1 Wachstumsregler

Die wichtigste Forderung heißt: Roggen muss stehen bleiben! Die Züchtung hat in den letzten Jahren Fortschritte in der Standfestigkeit erzielt.

Neben der Wahl des richtigen Wachstumsreglers ist der optimale Einsatzzeitpunkt für eine wirkungsvolle Einkürzung wesentlich (Tabelle 7-10).

Sollen die unteren Internodien sicher gekürzt werden, muss CCC + Moddus oder Medax Top in BBCH 31/32 eingesetzt werden. CCC solo muss eingesetzt werden, bevor sich der unterste

Knoten abhebt. Allerdings wird durch diesen frühen Applikationstermin in dichten Roggenbeständen die notwendige Triebreduktion verzögert. Deshalb ist es günstiger, mit der Kombination CCC + Moddus/Medax Top zu kürzen, wenn die Triebreduktion eingesetzt hat.

Der späte, massive Einsatz von Moddus oder Ethephon kann das Ährenschieben verzögern oder das Steckenbleiben der Ähre in der Blattscheide verursachen.

Eine verträgliche Einkürzung erreicht man beim Roggen – wie in anderen Getreidearten – mit einer frühen Einkürzung mit (CCC +) Moddus oder Medax Top in BBCH 31/32. Die

**Einsatzzeitpunkte für Wachstumsregler**

**Tabelle 7-11**

<b>Moddus</b> Medax Top CCC	<p><b>Hemmen die Bildung der Streckungshormone</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Applikation vor der Streckung</li> <li>→ stärkster Einfluss des CCC: bevor der 1. Knoten abhebt</li> <li>→ Nachkürzen, wenn 3. Knoten sich vom 2. löst</li> <li>→ Moddus und Medax Top wirken auch noch während der Streckung, da der Eingriff in die Gibberellinsynthese zu einem späteren Zeitpunkt erfolgt</li> <li>→ CCC+Moddus und Medax Top, spät in der Streckung eingesetzt, haben keinen Einfluss auf die Einkürzung der unteren Internodien</li> </ul>
<b>Camposan</b>	<p><b>Hemmt die Aktivität der Streckungshormone</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ am besten während der intensiven Streckung</li> <li>→ Einkürzung der mittleren und oberen Internodien</li> <li>→ Vorsicht mit hohen Ethephonmengen und Hitze ab BBCH 37</li> </ul>

N.U. AGRAR, 2006

Aufwandmengen sind abhängig vom Wasserhaushalt des Standortes und von der Bestandesdichte. Eine Nachkürzung dichter Bestände in BBCH 37/39 mit Ethephon ist nur erforderlich, wenn das Wasser ausreicht.

### Beispiele für den sortenspezifischen Wachstumsregleraufwand (Angaben in l/ha)

**Tabelle 7-12**

Bestandesentwicklung und Sorte	BBCH 29/30	BBCH 31/32	BBCH 37/39
<b>Lageranfällige Sorten</b>			
- Spätsaaten	1,0 – 1,5 CCC	0,2 Moddus	-
- normal – kräftige Bestände	-	1,0 CCC + 0,3 Moddus	0,2 – 0,4 Camposan
- üppige Bestände	-	1,0 CCC + 0,4 Moddus	0,2 – 0,4 Camposan
<b>Weniger lageranfällige Sorten</b>			
- Spätsaaten	0,7 – 1,0 CCC	0,2 Moddus	(0,2 Camposan)
- normal – kräftige Bestände	-	1,0 CCC + 0,2 Moddus	(0,2 Camposan)
- üppige Bestände	-	1,5 CCC + 0,2 Moddus	(0,2 Camposan)
<b>Standfeste Sorten</b>			
- Spätsaaten	0,5 – 0,7 CCC	0,2 Moddus	-
- normal – kräftige Bestände	-	0,5 CCC + 0,2 Moddus	(0,2 Camposan)
- üppige Bestände	-	0,7 CCC + 0,2 Moddus	(0,2 Camposan)

N.U. AGRAR, 2006  
CCC = 720 g AS/l, Camposan = 660 g AS/l





## Ansprüche der Wachstumsregulatoren an Witterungsbedingungen

Tabelle 7-13

	Temperatur	Wasser	Licht
CCC	+	++	-
Medax Top	+	+	+
Moddus	+	+	++
Camposan	++	+	-

(N.U. AGRAR, 2006)

++ sehr hohe Anforderungen, + hohe Anforderungen, - geringe Anforderungen

### Fazit:

Lager tritt häufig wegen zu dichter Bestände und unzureichender Kalium- und Kupferversorgung sowie einem falschen Einsatzzeitpunkt für die Wachstumsregler auf. Ab Mitte Mai beginnt in früh gesäten Roggenbeständen das Grannenspitzen. Bis dahin muss die Einkürzung abgeschlossen sein.

### 7.4.2 Fungizideinsatz

Im Hinblick auf **Fußkrankheiten** ist der Roggen nicht als „Gesundfrucht“ einzustufen. Größere Pflanzenausfälle sind in jedem Jahr infolge des Schneeschimmelbefalls, besonders in zu dichten Beständen, zu beobachten. Derzeit ist dieser Erreger nur durch eine entsprechende Beizung zu kontrollieren. Vor allem aufgrund seiner Stellung in der Fruchtfolge und infolge der frühen Saattermine ist der Roggen

als hochgradig gefährdet für den Befall mit *Pseudocercospora herpotrichoides* einzuordnen. Der Schaden ist auch auf Standorten, die regelmäßig unter Trockenheit im April/Mai leiden erheblich, wenn zum Beispiel durch frühe Aussaat und milde Winter der Befall gefördert und durch Regenperioden im Juni noch verstärkt wird.

Der Roggen ist im Vergleich zu anderen Wintergetreidearten weniger anfällig gegenüber **Blattkrankheiten**.

Mehltau und *Rhynchosporium* treten in anfälligen Sorten in der Regel früher auf und sind mit Azol-Morpholin-Kombinationen sicher zu bekämpfen.

In einigen Anbauregionen (mit hohen Temperaturen, hoher Sonneneinstrahlung und starkem Roggenanbau) ist bereits mit Herbstbefall und regelmäßig ab Ende Mai/Anfang Juni mit massivem **Braunrost** zu rechnen. Je später die Rostinfektionen auftreten, umso aufwändiger wird die Bekämpfung.

Deshalb muss die Ährenbehandlung mit heilend und vorbeugend wirkenden starken Rostpräparaten erfolgen.

Die Anfälligkeit des Roggens gegenüber **Ährenfusariosen** ist sehr gering. Dagegen muss größtes Augenmerk auf die Vermeidung von **Mutterkorn** gelegt werden. Da eine direkte Bekämpfung nach wie

vor nicht möglich ist, muss durch die Sortenwahl und Vermeidung pflanzenbaulicher Fehler Einfluss auf eine möglichst kurze, homogene Blüte genommen werden. Der Befall mit Mutterkorn ist sehr jahresabhängig, denn kühles,

Mit angepasster Fungizid- und Sortenwahl lässt sich Braunrost verhindern.



regnerisches Wetter behindert den Pollenflug. Waren früher Hybridsorten grundsätzlich anfälliger gegenüber Mutterkorn als Populationssorten, so gilt dies durch den Zuchtfortschritt heute nicht mehr.

### Weniger Mutterkorn im Roggen durch gezielten Anbau

#### 1. Hygienemaßnahmen

- Verwendung von Z-Saatgut
- Saubere Pflugfurche bei Roggen nach Roggen
- Infektion von Gräsern an Feldrändern und auf Brachflächen vermeiden

#### 2. „Pollenangebot“ erhöhen

- Auswahl von Sorten mit höherem Pollenbildungsvermögen
- In besonderen Extremlagen mit Populationssorten bestellen

#### 3. Zwiewuchs vermeiden

- Zu geringe Aussaatstärken vermeiden
- Ausgewogene N-Düngung
- Vorsichtiger Einsatz von Wachstumsreglern auf leichten Böden und bei Trockenstress
- Fahrgassen breit genug anlegen
- Vorgewende nicht unnötig befahren.

## Fungizide in Winterroggen

Tabelle 7-14

Wirkstoffgruppe	Wirkstoff	Cercosporiella		Mehltau		Rhynchosporium		Rost	
		akut	präv.	akut	präv.	akut	präv.	akut	präv.
Mittel Formulierung									
Agent EC	Propiconazol Fenpropidin	-	-	+++	+	(+)++	+(+)	++	+
Amistar SC	Azoxystrobin	-	-	+	-	+(+)	(+)	+++	-
Caramba SL	Metconazol	-	-	(+)	+	++	++	+++	++
Champion SC	Epoxiconazol Boscalid	++	+++	-	(+)	(+)+	++	(+)++	+++
Cirkon EC	Prochloraz Propiconazol	R++	++	-	(+)	(+)++	++	+	+
Corbel EC	Fenpropimorph	-	-	++	+	(+)	(+)	+	(+)
Diamant SE	Pyraclostrobin Epoxiconazol Fenpropidin	-	-	-	++R	+	++	++	+++
Fandango EC	Fluoxastrobin Prothiconazol	++	+	-	+R	++	+++	+++	++
Flamenco FS	Prochloraz Fluquinconazol	R+	+	(+)	++	+	++	++	++
Folicur EW	Tebuconazol	-	-	(+)	+	+	+	+++	++
Gladjo EC	Propiconazol Tebuconazol Fenpropidin	-	-	++	++	++	+	++	+(+)
Harvesan SC	Flusilazol Carbendazim	R+	(+)R	-	-	+++	+	++	+
Input EC	Prothioconazol Spiroxamine	++	++	++	+	++	++	+	+
Juwel Top SE	Kresoxim-m. Epoxiconazol Fenpropimorph	(+)	(+)	R+	++R	++	++	+++	+++
Matador EC	Tebuconazol Triadimenol	-	-	+	+	+	+	+++	+(+)
Mirage 45 EC	Prochloraz	R++	+	-	(+)	(+)	+	-	-
Opus SC	Epoxiconazol	-	-	-	+	(+)+	+(+)	++	+++
Opus Top SE	Epoxiconazol Fenpropimorph	-	-	(+)	+	++	+(+)	(+)++	++
Proline EC	Prothioconazol	++	++	-	+	++	++	+	++
Pronto Plus EW	Tebuconazol Spiroxamine	-	-	++	+(+)	++	+	+++	++
Radius WG	Cyprodinil Cyproconazol	+++	++	(+)+	++	+	++	++	+
Stratego EC	Trifloxystrobin Propiconazol	-	-	R(+)	+R	(+)++	++	+	++
Talius EC	Proquinazid			(+)	+++				
Tilt 250 EC	Propiconazol	-	-	(+)	+	(+)++	+	+	+
Twist SC	Trifloxystrobin	-	-	-	+R	(+)	++	-	++(+)
Unix WG	Cyprodinil	+++	++	(+)	++	(+)	+(+)	-	-

N.U. AGRAR, 2006  
+++ sehr gute Wirkung, ++ gute Wirkung, + Teilwirkung, (+) Partner erforderlich, - keine Wirkung, R = Resistenzen aufgetreten

## Beispiele für den Fungizideinsatz in Winterroggen

Tabelle 7-15

Ausgangssituation	BBCH 31/32	BBCH 37/39	BBCH 61
<b>Frühsaat</b> Hohe Ertragserwartung + hoher Krankheitsdruck	0,5 Folicur 0,5 Unix	0,5 Harvesan	0,5 Matador + 0,3 Amistar
Mittlerer Krankheitsdruck	1,0 Radius	-	0,5 Matador + 0,3 Amistar
Geringer Krankheitsdruck	-	0,5 Matador/Folicur + Amistar 0,3	
<b>Mittlerer Saattermin</b> Hohe Ertragserwartung + mittlerer Krankheitsdruck	0,5 Harvesan	0,5 Matador + 0,5 Amistar	
Geringer Krankheitsdruck	-	1,5 Flamenco + 0,3 Amistar	
<b>Spätsaat</b> Mittlerer Krankheitsdruck	BBCH 39/49: 1,5 Flamenco + 0,3 Amistar		
Geringer Krankheitsdruck	BBCH 39/49: 0,5 Pronto Plus + 0,2 Amistar		

(N.U. AGRAR, 2006)

### Fazit:

Roggen besitzt im Vergleich zu anderen Wintergetreidearten eine sehr geringe Anfälligkeit gegenüber Ährenfusariosen und ist weniger anfällig gegenüber Blattkrankheiten. Das Befallsrisiko für Mutterkorn kann durch die Sortenwahl und entsprechende Produktionstechnik beträchtlich vermindert werden.



Die Anfälligkeit des Roggens gegenüber Ährenfusariosen ist sehr gering.

**Herbizidmaßnahmen in Winterroggen** (Angaben in l bzw. g/ha)

**Tabelle 7-16**

	Herbstbehandlung in BBCH 11/12	Frühjahrs(nach)behandlung
<b>Windhalm, Jährige Rispe, Kamille, Stiefmütterchen, Vogelmiere, Kornblume</b>		
S, IS	a) 0,5 IPU + 0,5 Fenikan + 0,5 Stomp b) 20 Ciral (oder 15 Lexus) + 0,8 Stomp - -	10 Pointer - 1,5 Azur (oder 30 – 40 Concert) 150 Husar + 75 Primus
<b>Windhalm, Jährige Rispe, Kamille, Vogelmiere, Klettenlabkraut, Ausfallraps</b>		
sL, L	0,3 – 0,4 Herold 0,5 – 0,7 Bacara -	(10 Pointer) (10 Pointer) 150 – 200 Husar + 75 Primus
<b>Ackerfuchsschwanz, Kamille, Klettenlabkraut</b>		
IT, T	0,5 Herold 20 Lexus + 1,5 Stomp	(0,8 Ralon super oder 0,5 Topik) (0,8 Ralon super oder 0,5 Topik)

N.U. AGRAR, 2006

### 7.4.3 Herbizidstrategien

Grundsätzlich unterscheidet sich der Herbizideinsatz im Winterroggen nicht von dem in anderen Wintergetreidearten. Allerdings muss die typische Verunkrautung der Sandböden stärker beachtet werden.

**Schwerbekämpfbare Unkräuter in der Fruchtfolge**

**Tabelle 7-17**

Unkraut	Getreide	Raps	Mais
Saatwucherblume	Concert, Hoestar super	Lontrel	Lontrel
Storchschnabel	Concert, Primus, Ciral, Gropper	(Fox)*	Harmony, Zintan Gold Pack
Ackerschachtelhalm	MCPA, Banvel M	-	Maister + Mikado
Ackerwinde	Starane, Hoestar super	Lontrel	Starane, Banvel S, Lontrel
Erdrauch	Starane, Tristar, Artus	-	Artett, Mikado
Ackerkrummhals	KV + 2,4 D	(Fox)*	Cato

N.U. Agrar, 2006  
\* in der Zulassung

Die Herbizidbehandlung sollte möglichst im Herbst erfolgen, da der Roggen auf einige Frühjahrsherbizide negativ reagiert (z.B. Wuchsstoffe auf CMPP-Basis). Im Folgenden (Tabelle 7-16) werden Beispiele für Mittelkombinationen bei unterschiedlicher Verunkrautung und Terminierung aufgezeigt.

Auf einigen Standorten haben sich schwerbekämpfbare Unkräuter etabliert, die nur durch konsequente Behandlungen in allen Kulturen der Fruchtfolge zu kontrollieren sind (Tabelle 7-17).

**Produktionsplanung Winterroggen**

**Tabelle 7-18**

<b>Standort 1</b>	grundwasserferne Sandböden ausgeprägte Vorsommertrockenheit	<b>Bodenart/BP</b>	S, 20 – 25 BP	
<b>Boden: pH 5,5 / P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 8 / K<sub>2</sub>O 8 / MgO 3 / Cu 2 / B 0,3 / Zn 4</b>				
<b>Frucht/Vorfrucht:</b>	Roggen/Roggen	<b>Aussaat:</b>	30.09.	
<b>Sorte</b>	Hybridroggen	<b>Saatstärke</b>	180 Kö/m <sup>2</sup>	
<b>Ertragsziel:</b>	60 dt/ha	<b>TKG:</b>	40 g	
<b>Ährensoll:</b>	300 – 400	<b>Keimpflanzen:</b>	150 Pfl/m <sup>2</sup>	
Datum	Stadium	N-Düngung W-Regler	Herbizide Fungizide	Insektizide Grund-/Blattdüngung
	VS	20 N Gülle		
05.10.	BBCH 11/12		0,7 Stomp 0,5 Fenikan	
01.03.	BBCH 25	2,0 Patentkali		60 K <sub>2</sub> O + 20 MgO + 36 S
01.04.	BBCH 30	110 N als NTS (stabilisiert)		
15.04.	BBCH 32	0,5 CCC + 0,2 Moddus	0,75 Cirkon	0,2 Cu-Chelat 0,1 Solubor
25.04.	BBCH 37			
10.05	BBCH 39/49		0,75 Matador	0,1 Cu-Chelat 0,3 Zn-Chelat 0,1 Solubor 75 Karate Zeon
<b>Summe</b>		<b>110 kg/ha N</b>		

N.U. AGRAR, 2006

### 7.4.4 Beispiele für die Produktionsplanung

Da die Wirtschaftlichkeit neben der Ertragsstabilität im Roggenanbau oberste Priorität hat, muss in Abhängigkeit vom Ertragspotenzial und der Jahreswitterung über die Intensität des Pflanzenschutzmittel-Einsatzes im Einzelfall entschieden werden.

Anhand von ausgewählten Beispielen werden in den Tabellen 7-18 bis 7-20 unterschiedliche Intensitäten in der Produktionstechnik in Abhängigkeit vom möglichen Ertragsniveau aufgezeigt.

Produktionsplanung Winterroggen				
Tabelle 7-19				
<b>Standort 2</b>		Übergangsböden grundwassernah/ ausreichend Wasser März-Juni		<b>Bodenart/BP</b> IS, 30 – 35 BP
<b>Boden:</b> pH 5,8 / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 15 / K <sub>2</sub> O 15 / MgO 5 / Cu 1 / B 0,3 / Zn 3				
<b>Frucht/Vorfrucht:</b>		Roggen/Mais	<b>Aussaat:</b> 20.09.	
<b>Sorte</b>		Hybridroggen	<b>Saatstärke</b> 200 Kö/m <sup>2</sup>	
<b>Ertragsziel:</b>		80 dt/ha	<b>TKG:</b> 40 g	
<b>Ährensohl:</b>		400 – 450	<b>Keimpflanzen:</b> 180 Pfl/m <sup>2</sup>	
Datum	Stadium	N-Düngung W-Regler	Herbizide Fungizide	Insektizide Grund-/Blattdüngung
05.10.	BBCH 11/12		1,0 IPU 0,5 Fenikan 0,5 Stomp	
01.03.		1,5 Patentkali		45 K <sub>2</sub> O + 15 MgO + 27 S
08.03.	BBCH 23	20 N DAP		
01.04.	BBCH 30	70 HST		
15.04.	BBCH 32	0,7 – 1,0 CCC 0,2 Moddus	1,0 Radius	0,2 Cu-Chelat 0,1 Solubor
25.04.	BBCH 37	40 KAS		
15.05			0,3 Amistar 0,5 Matador	0,1 Cu-Chelat 0,1 Solubor 75 Karate Zeon
<b>Summe</b>		<b>130 kg/ha N</b>		

N.U. AGRAR, 2006

Produktionsplanung Winterroggen				
Tabelle 7-20				
<b>Standort 3</b>		ertragreiche Standorte		<b>Bodenart/BP</b> sL 50
<b>Boden:</b> pH 6,5 / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 15 / K <sub>2</sub> O 18 / MgO 10 / Cu 3 / B 1,0 / Zn 7				
<b>Frucht/Vorfrucht:</b>		Roggen/Weizen	<b>Aussaat:</b> 10.09.	
<b>Sorte</b>		Hybridroggen	<b>Saatstärke</b> 150 Kö/m <sup>2</sup>	
<b>Ertragsziel:</b>		100 dt/ha	<b>TKG:</b> 40 g	
<b>Ährensohl:</b>		500 – 550	<b>Keimpflanzen:</b> 130 Pfl/m <sup>2</sup>	
Datum	Stadium	N-Düngung W-Regler	Herbizide Fungizide	Insektizide Grund-/Blattdüngung
10.10	BBCH 21	15 N NPK		50 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +75 K <sub>2</sub> O
20.10.	BBCH 23		0,3 Atlantis 5 g Pointer	0,5 Mn-Chelat 0,2 Cu-Chelat
01.04.	BBCH 31	70 N Harnstoff		
15.04.	BBCH 32	1,0 CCC + 0,3 Moddus	0,3 Pronto Plus 1,0 Radius	0,1 Cu-Chelat 0,1 Solubor
25.04.	BBCH 37	70 N Harnstoff		
29.04.	BBCH 39	0,3 Camposan	0,5 Caramba	0,1 Cu-Chelat
15.05.	BBCH 61		0,5 Amistar 0,5 Matador	0,1 Solubor 75 Karate Zeon
<b>Summe</b>		<b>155 kg/ha N</b>		

N.U. AGRAR, 2006



## 8. Zusammenfassung

### Anbauentwicklung und Markt

In Deutschland werden aktuell rund drei Millionen Tonnen Roggen geerntet. Zurzeit werden die Lagerbestände der Intervention geräumt. In den kommenden Jahren wird die Produktionsmenge auf die ökonomisch sinnvoll verwertbare Menge von rund vier Millionen Tonnen ansteigen. Dies entspricht einer Anbaufläche von rund 650.000 Hektar.

### Ökonomie

Ergebnisse aus **Mecklenburg-Vorpommern** zeigen: Hybridroggen und Stoppelweizen sind auf mittleren Standorten nahezu wettbewerbsgleich. Auf ertragsschwächeren Sandböden ist Roggen die sicherste Fruchtart. Schon bei einem Ertrag von nur 37 dt/ha und einem Erzeugerpreis von 7,50 EUR/dt ist der Roggenanbau der Branche überlegen. Durch den Ertragsvorsprung ist Hybridroggen auf allen Standorten wirtschaftlicher als Populationsroggen.

Bei einer Preisdifferenz von nur noch 1 EUR/dt zwischen Hybridroggen und Winterweizen hat der Weizen auf mittleren Standorten keinen wirtschaftlichen Vorteil mehr.

In **Brandenburg** zeigt sich der Roggen als die wirtschaftlichste Fruchtart. Auf

Ackerzahlen unter 20 rentiert sich der Roggenanbau nur bei Erlösen über 240 EUR/ha, die zum Beispiel bei Erträgen von 29 dt/ha und einem Erzeugerpreis von 8,50 EUR zu erreichen sind. Für kontinental gelegene Anbauggebiete ist die Winterfestigkeit des Roggens von Vorteil. Während bei Raps ein Risikoabschlag von 30 EUR/ha gerechnet werden muss, fällt das Risiko bei Roggen mit 1,20 EUR/ha deutlich geringer aus.

Ein dreijähriger Fruchtartenvergleich in **Niedersachsen** zeigt, dass Roggen auf den leichten Standorten (BP 20) sowohl im Ertrag wie im Deckungsbeitrag dem Weizen deutlich überlegen ist.

Auf dem besseren Standort (BP 35) bringt Roggen ebenfalls den höheren Ertrag. Die Wirtschaftlichkeit ist abhängig von den spezifischen Produktionskosten und dem aktuellen Marktpreis.

### Verwertung von Roggen

Die Verwertung von Roggen umfasst im Wesentlichen drei Bereiche:

1. **Brotroggen:** Roggen ist durch seinen hohen Anteil an B-Vitaminen und Ballaststoffen ein sehr gesundes Brotgetreide. Außerdem trägt

Roggenmehl zur einzigartigen Brotvielfalt Deutschlands bei. Der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch liegt bei knapp 10 kg Roggen.

2. Rund zwei Millionen Tonnen Roggen fließen in die **Tierernährung**. Im Mai 2006 hat die DLG ihre Einsatzempfehlung für Roggen ergänzt. Mit einem Verbrauch von rund einer Million Tonnen hat sich Roggen inzwischen im Hofmischfutter etabliert.

3. Eine halbe bis eine Million Tonnen Roggen werden für die neuen **Bioethanolanlagen** zur Herstellung von **Biosprit** benötigt.

Roggen hat als Substrat in **Biogasanlagen** vielfältige Einsatzmöglichkeiten:

- Grünschnittrroggen
- Ganzpflanzensilage
- gequetschtes Korn

In der **Getreideverbrennung** hat Roggen einen etwas höheren Heizwert als Weizen oder Triticale.

### Pflanzenbauliche Grundlagen

Roggen hat den geringsten Anspruch an die Keimtemperatur des Kornes, das schnellste Regenerationsvermögen im Frühjahr und eine ausgeprägte Winterhärte.

### Versuchsergebnisse der Humboldt-Universität auf leicht schluffigem Standort (AZ 25):

- In mehrjähriger Monokultur sind bei ausreichender Stickstoffversorgung Roggenkornenerträge von 50 dt/ha erreichbar.
- Bei ausreichender Nährstoffversorgung ist Roggenmonokultur ohne Ertragseinbußen möglich.
- Der Verzicht auf die wendende Bodenbearbeitung ist möglich, wenn Roggen im Fruchtwechsel nach Blattfrucht angebaut wird.

### Anbauverfahren

Der optimale **Aussaattermin** liegt auf den meisten Standorten zwischen dem 15. und 25. September.

Die gezielte Stickstoffdüngung als Instrument der Bestandesführung gewinnt auf mittleren und guten Böden mit hohem Ertragsniveau an Bedeutung. Die Einflussnahme auf bestimmte Entwicklungsabschnitte (Bestockung, Trieberrhalt, Qualität) ist dort am größten, wo die Wasserversorgung eine sichere Wirkung des ausgebrachten Düngers erwarten lässt. Ist dagegen regelmäßig frühzeitig mit Trockenheit zu rechnen, ist aus pflanzenbaulicher und ökonomischer Sicht die Ausbringung von stabilisierten Düngern vorzuziehen.





Eine ausreichende Versorgung mit **Grundnährstoffen und Spurenelementen** muss zur Ertragssicherung gewährleistet werden. Eine gute Kaliumversorgung verstärkt die Trockentoleranz und fördert die Stärkesynthese.

Lager tritt meist wegen zu dichter Bestände und unzureichender Kalium- und Kupferversorgung sowie einem falschen Einsatzzeitpunkt für die **Wachstumsregler** auf. Ab Mitte Mai beginnt in früh gesäten Roggenbeständen das Grannenspitzen. Bis dahin muss die Einkürzung mit einem Wachstumsregler abgeschlossen sein.

Roggen besitzt im Vergleich zu anderen Wintergetreidearten eine sehr **geringe Anfälligkeit gegenüber Ährenfusariosen** und ist weniger anfällig gegenüber Blattkrankheiten. Das Befallsrisiko von **Mutterkorn** kann durch eine entsprechende Produktionstechnik und Sortenwahl verringert werden.

Die **Herbizidbehandlung** sollte möglichst im Herbst erfolgen.



## 9. Literatur- und Quellenverzeichnis

- Adam, L.:**  
Jahresbericht 2004, S. 33 – 34
- Becker, H. C.:**  
Pflanzenzüchtung.  
Ulmer Verlag Stuttgart 1993
- Bergmann, W.:**  
Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen.  
Gustav-Fischer-Verlag, 1988
- Blumtritt, T.:**  
Veröffentlichungen Lochow-Petkus, Bergen 1995 – 2006
- Böse, S.:**  
Veröffentlichungen Saaten-Union GmbH, Hannover 1995 – 2006
- Brökeland, R.:**  
www.carmen.de
- Bundessortenamt:**  
Beschreibende Sortenliste 2005 und Neuzulassungen 2006
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung:**  
www.ble.de
- Centrale Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH:**  
www.cma.de
- CMA, GMF und Verband Deutscher Mühlen:**  
Mehlreport 1/2006
- Dennert, J., Fischbeck, G.:**  
Anbaumanagement von Winterroggen. H 2, S.2 – 8, 1999
- Deutscher Bauernverband (DBV) Berlin:**  
Gemeinsame Erklärung von Kirchen und DBV zur energetischen Nutzung von Getreide.  
Pressemitteilung vom 9. Februar 2006
- Ernährungsdienst:**  
Verschiedene Ausgaben 2005 – 2006
- Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe:**  
div. Veröffentlichungen 2006
- Fuchs, M.:**  
Anwendungsempfehlungen für stabilisierten Dünger.  
Cunnerstorf, 2006
- Geiger, H. H.:**  
Breeding methods in diploid rye (*Secale cereale* L.).  
Tagungsbeitrag Akad. Landwirtsch.-Wiss, Berlin 1982, S. 305 – 322.
- Geiger, H. H. & Miedaner, T.:**  
Genetic basis and phenotypic stability of male-fertility restoration in rye.  
Vortrag Pflanzenzüchtung, 35, S. 27 – 38, 1996
- Geiger, H. H. & Schnell, F.W.:**  
Cytoplasmic male sterility in rye (*Secale cereale* L.).  
Crop Sci 10:S. 590 – 593, 1970
- Geisler, G.:**  
Pflanzenbau: Biologische Grundlagen und Technik der Pflanzenproduktion.  
Paul Paray, 1980
- Gerdes, J.-T.:**  
Veröffentlichungen Lochow-Petkus 1995 – 2006
- Gurgel, A.:**  
Versuchsberichte LFA Gülzow, 2005
- Hempler, Christoph:**  
Einfluss der Mangansulfatapplikation auf den Befall zweier Wintergerstensorten mit Blattkrankheiten in Abhängigkeit von Stickstoffdüngung und Fungizideinsatz, 1986
- Lickfett, U.:**  
HE-Li Agrar GmbH, 2005: ED Seminar
- Miedaner, T. & Geiger H.H.:**  
Fortschritte in der Hybridzüchtung bei Winterroggen.  
Ber. Arb.tag. Arb.gem. Saatzuchtleiter, Gumpenstein, 48, S. 51 – 56, 1997
- Obst, A. Paul, V.:**  
Krankheiten und Schädlinge des Getreides.  
Verlag Th. Mann, 1993
- Scheffer, F.; Schachtschnabel, P.:**  
Lehrbuch der Bodenkunde, 11. Aufl., 1984
- Statistisches Bundesamt Deutschland, 2006:**  
www.destatis.de  
www.eds-destatis.de
- Verband Deutscher Mühlen:**  
www.muehlen.org
- Warncke, H.:**  
Bodenbürtige Viren in Roggen.  
LWK Hannover, 2000
- ZMP:**  
Agrarmärkte in Zahlen – Deutschland 2005
- ZMP:**  
Getreide, Ölsaaten, Futtermittel.  
H 3, S. 2 – 18, 2006







# Roggen

Forum e.V.

Roggen – Getreide mit Zukunft.