



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften

Studiengang Agrarwirtschaft

Prof. Dr. Fuchs

Dipl.-Ing. Schulze

Masterthesis

**Anbau von Roggen als Alternative zu Weizen in Mecklenburg-
Vorpommern**

urn:nbn:de:gbv:519-thesis2021-0196-5

von

Janek Brandt

Neubrandenburg

Juni 2021

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis.....	V
1 Einleitung.....	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielstellung	3
1.3 Vorgehensweise.....	3
2 Stand des Wissens.....	4
2.1 Anbau von Roggen	4
2.1.1 Bedeutung des Roggenanbaus in Deutschland.....	4
2.1.2 Bedeutung des Roggenanbaus in Mecklenburg-Vorpommern	5
2.1.3 Verwertungsmöglichkeiten	6
2.2 Anbau von Weizen	7
2.2.1 Bedeutung des Weizenanbaus in Deutschland.....	7
2.2.2 Bedeutung des Weizenanbaus in Mecklenburg-Vorpommern.....	9
2.2.3 Verwertungsmöglichkeiten	11
2.3 Regionaler Vergleich des Roggen- und Weizenanbaus mit Brandenburg	12
2.4 Vergleich der Ertragsleistung	13
3 Methodik	16
4 SWOT-Analyse.....	18
4.1 Stärken	19
4.2 Schwächen	21
4.3 Chancen	22
4.4 Risiken	24
5 Betrachtung der Preisentwicklung	26
6 Betriebswirtschaftliche Beurteilung.....	28
7 Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von GPS-Roggen als Substrat in Biogasanlagen	32
8 Preiswürdigkeit von Roggen in der Schweinefütterung	34

9	Diskussion und Empfehlung	35
10	Zusammenfassung	38
	Quellenverzeichnis	40
	Eidesstattliche Erklärung.....	43

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Weltweite Getreideproduktion	1
Abbildung 2 Entwicklung der Anbauflächen für Roggen in Deutschland von 2009-2020	5
Abbildung 3 Entwicklung der Anbauflächen für Roggen in Mecklenburg-Vorpommern von 2009-2019.....	5
Abbildung 4 Verwertung von Roggen in Deutschland	6
Abbildung 5 Entwicklung der Anbauflächen der Hauptgetreidearten in Deutschland von 1961-2012.....	8
Abbildung 6 Entwicklung der Anbauflächen für Weizen in Deutschland von 2009-2020.....	9
Abbildung 7 Entwicklung der Anbauflächen für Weizen in Mecklenburg-Vorpommern von 2009-2019.....	10
Abbildung 8 Verwertung von Weizen in Deutschland	11
Abbildung 9 Ertragsleistung im Mittel von Hybridroggen, Triticale, Gerste und Weizen (B- und C-Weizen zusammen) auf 138 LSV-Standorten von 2011-2019.....	14
Abbildung 10 Ertragsleistung von Hybridroggen, Triticale, Gerste und Weizen (B- und C-Weizen zusammen) auf 138 LSV-Standorten von 2011-2019.....	14
Abbildung 11 Ertragsleistung von Hybridroggen und Stoppelweizen auf 23 LSV-Standorten von 2011-2019.....	15
Abbildung 12 Entwicklung der Erzeugerpreise zum Monat August von Brotweizen, Futterweizen und Brotroggen von 2007-2020	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Anbaufläche, Ertrag und Erntemenge von Roggen in Mecklenburg-Vorpommern 2014-2019.....	6
Tabelle 2 Anbaufläche, Ertrag und Erntemenge von Weizen in Mecklenburg-Vorpommern 2014-2019.....	10
Tabelle 3 Anbaufläche, Erntemenge, Ertrag von Roggen in 2017-2019 in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg	12
Tabelle 4 Anbaufläche, Erntemenge, Ertrag von Weizen in 2017-2019 in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg	13
Tabelle 5 Schema zur Berechnung der Teil- und Vollkosten	17
Tabelle 6 SWOT-Analyse für Roggen	18
Tabelle 7 Erzeugerpreise in €/dt zur Ernte (jeweils Ende August) von 2007-2020.....	27
Tabelle 8 Erträge in dt/ha für die Szenarien niedriges, mittleres und hohes Ertragspotential .	28
Tabelle 9 Vollkostenrechnung für die Produktion von Winterweizen und Hybridroggen für die Szenarien niedriges, mittleres und hohes Ertragspotential.....	30
Tabelle 10 Übersicht über die Pflanzenschutzkosten.....	31
Tabelle 11 Berechnung der Produktionskosten von Silomais und GPS-Roggen.....	32
Tabelle 12 Preiswürdigkeit von Roggen, Triticale und Weizen im Vergleich zu Gerste und Sojaschrot	34

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Weltweit gesehen ist Weizen neben Reis und Mais eine der wichtigsten Kulturarten und spielt eine große Rolle in der menschlichen Ernährung (Abbildung 1). Allein im Jahr 2020 wurde in Deutschland auf 2,83 Mio. ha Weizen angebaut. Er stellt mit Abstand die Kultur mit der größten Anbaufläche dar. Mecklenburg-Vorpommern ist aufgrund seiner günstigen Standortbedingungen ein wichtiger Weizenproduzent. 2019 wurden allein in Mecklenburg-Vorpommern 335.000 ha Weizen angebaut. Bei einer weiterhin wachsenden Weltbevölkerung wird der Bedarf an Weizen als wichtiges Nahrungsmittel und als Rohstoff- und Eiweißlieferant auch in der Zukunft stark zunehmen.

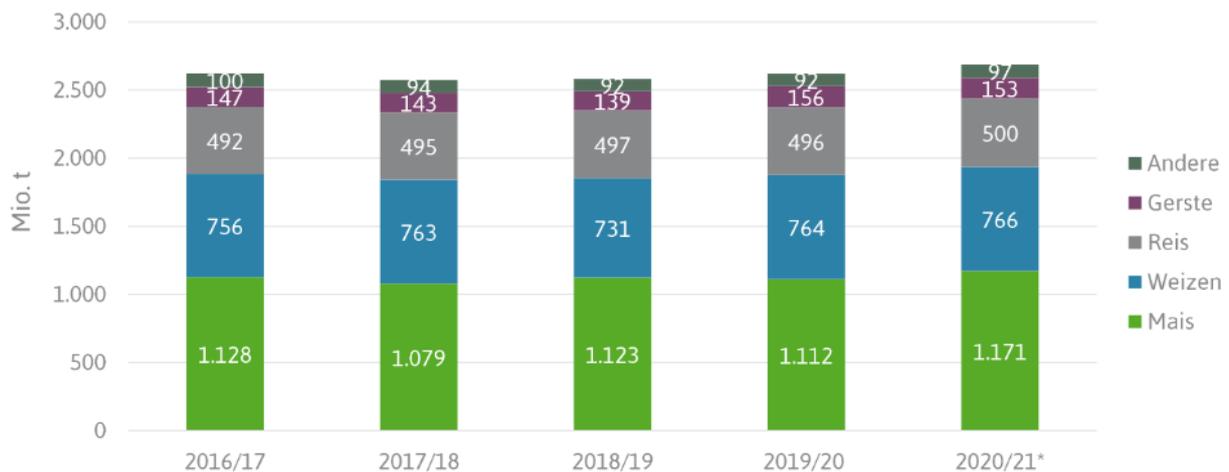


Abbildung 1 Weltweite Getreideproduktion

Quelle: Deutscher Bauernverband 2020

In den vergangenen Jahren hat sich der Weizenanbau in Deutschland stark vergrößert. Zum einen wurde der Anbau auch auf Grenzlagen ausgedehnt, zum anderen hat sich der Stoppelweizenanteil in den Fruchtfolgen deutlich erhöht (DLG 2017). Mit dem gestiegenen Anbau sind auch einige Probleme gewachsen. In engen Weizenfruchtfolgen kommt es häufig zu Problemen mit Ungräsern wie Jährige Rispe, Windhalm, Trespenarten und Ackerfuchsschwanz. Durch den häufigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln mit gleichem Wirkstoff haben sich in einigen Regionen vor allem beim Windhalm und Ackerfuchsschwanz Resistenzen gebildet. Diese Ungräser lassen sich dadurch kaum noch chemisch wirksam bekämpfen. Durch den steigenden Anteil von Weizen in der Fruchtfolge hat ebenso der Befall mit Septoria Blattdürre zugenommen. Auch hier ist eine Bekämpfung mit Fungiziden nur noch

schwer möglich. Durch das Auslaufen von Zulassungen zahlreicher Pflanzenschutzmittel und weniger Neuzulassungen wird diese Problematik zusätzlich verschärft. Eine angepasste Bewirtschaftung wird daher zu steigenden Kosten im Weizenanbau führen.

Eine weitere Herausforderung für den Pflanzenbau stellt die neue Düngeverordnung dar. Die Stickstoffdüngung beeinflusst neben der Ertragshöhe vor allem den Proteingehalt im Korn des Weizens. Der Abschlag von 20 % Stickstoff in roten Gebieten gefährdet vor allem den Qualitätsweizenanbau. Getreide als Vorfrucht mit geringer Nachlieferungsleistung macht einen Qualitätsgetreideanbau in Roten Gebieten unmöglich (Hogrefe 2020).

Zukünftig wird die Weizenproduktion auch verstärkt durch den Klimawandel beeinflusst (Christen 2009). Schon in den letzten Jahren waren die Auswirkungen deutlich spürbar. Ausgedehnte Trockenphasen und eine Zunahme extremer Witterungsereignisse stellen hohe Anforderungen an den Weizenanbau (Christen 2009). Folgen des Klimawandels sind zum Beispiel eine veränderte Niederschlagsverteilung. Tendenziell werden die Sommer trockener und die Winter nasser (Deutscher Bauernverband 2020). Zudem wird es in niederschlagsarmen Regionen noch weniger Wasser geben. Problematisch ist dies, da bei höheren Temperaturen der Wasserbedarf zunimmt und zeitgleich mehr verdunstet. Die Folge ist die Zunahme des Dürreerisikos.

Gefragt sind daher Kulturen, die unter diesen und den zukünftigen Herausforderungen bestehen. Aufgrund der ähnlichen Verwendungszwecke zum Weizen liegt der Vergleich mit Roggen nahe. Roggen war lange die wichtigste Getreideart in Deutschland. Erst im 20. Jahrhundert wurde er vom Weizen abgelöst. In den letzten Jahren gewinnt der Roggen wieder an Bedeutung. Seine Anbaufläche ist im Gegensatz zum Weizen um 21,6 % im Vergleich von 2018 zu 2019 von 523.000 ha auf 636.000 ha angestiegen. Roggen ist damit flächenmäßig die fünftwichtigste Kulturart in Deutschland. Er gilt als besonders robuste und trockenstresstolerante Kulturart. Es stellt sich daher die Frage, ob Roggen als eine sinnvolle Alternative zum Weizenanbau zu betrachten ist.

1.2 Zielstellung

Das Ziel der Arbeit besteht darin die zentrale Frage zu klären, ob der Roggenanbau eine Alternative zum Weizenanbau in Mecklenburg-Vorpommern darstellt. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Frage nach der Wirtschaftlichkeit des Roggenanbaus im Vergleich zum Anbau von Weizen. Außerdem sollen die Stärken und Schwächen herausgearbeitet werden und untersucht werden welche Chancen und Risiken dem Roggenanbau unterliegen. Neben der konventionellen Vermarktung als Getreide sollen die Wirtschaftlichkeit von GPS-Roggen im Vergleich zum Silomais als Substrat für Biogasanlagen und die Preiswürdigkeit von Roggen als Futtermittel in der Schweinefütterung beleuchtet werden.

1.3 Vorgehensweise

Ausgehend von der Problem- und Zielstellung beschreibt Kapitel 2 anfangs den aktuellen Stand des Roggen- und Weizenanbaus. Es werden zunächst die Bedeutung und die Verwertungsmöglichkeiten beschrieben. Darauf folgt ein regionaler Vergleich beider Kulturen zwischen Mecklenburg-Vorpommern und dem Bundesland Brandenburg. Außerdem wird die Ertragsleistung beider Kulturen anhand von Ergebnissen aus Landessortenversuchen verglichen. Das Kapitel 3 beschreibt die verwendeten Methoden. In Kapitel 4 erfolgt eine SWOT-Analyse zum Roggen. In Kapitel 5 werden die Entwicklungen der Erzeugerpreise für Roggen und Weizen dargestellt und miteinander verglichen. Mit mittleren Erzeugerpreisen wird anschließend in Kapitel 6 die Wirtschaftlichkeit des Roggen- und Weizenanbaus in drei verschiedenen für Mecklenburg-Vorpommern typischen Szenarien verglichen. In den beiden folgenden Kapiteln 7 und 8 wird die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von GPS-Roggen als Substrat in Biogasanlagen mit Mais verglichen und die Preiswürdigkeit von Roggen als Futtermittel in der Schweinefütterung untersucht. In Kapitel 9 folgt eine Diskussion der Ergebnisse. Abschließend endet die Arbeit mit einer Zusammenfassung.

2 Stand des Wissens

2.1 Anbau von Roggen

2.1.1 Bedeutung des Roggenanbaus in Deutschland

Roggen war lange die wichtigste Brotfrucht in Deutschland. Erst im 20. Jahrhundert wurde dieser vom Weizen abgelöst. Die Anbauswerpunkte innerhalb Deutschlands konzentrieren sich vor allem auf die leichteren Standorte. 80 % des Roggens werden im sogenannten „Roggengürtel“ produziert, welcher sich von Nordwestniedersachsen über die Altmark bis nach Brandenburg erstreckt (Husman 2021). In den letzten 30 Jahren schwankte die Anbaufläche für Roggen stark. Gründe dafür waren die starken Änderungen der landwirtschaftlichen Rahmenbedingungen durch die Politik und insbesondere die Wandlungen der Vermarktungswege des Roggens (Roggenforum e.V. 2007). Nach Jahren des Rückgangs war bis Ende der 1990er Jahre die Anbaufläche auf >800.000 ha angestiegen, entsprechend 12-13 % der Getreidefläche (Diepenbrock, Ellmer u.a. 2016). Mit dem Wegfall der Roggenintervention ging die Anbaufläche zwischen 2001 und 2006 stark zurück. Zwischen 2007 und 2013 stieg die Fläche wieder auf 785.000 ha an. Seit 2013 sank die Anbaufläche kontinuierlich auf 523.000 ha im Jahr 2018. 2019 konnte erstmalig wieder ein Anstieg verzeichnet werden. Roggen wurde auf einer Fläche von 636.000 ha angebaut. Das entspricht einem Zuwachs von rund 22 %. Mit 634.000 ha im Jahr 2020 bleibt die Fläche auf ähnlichem Niveau. Die Ursache für den Anstieg sind vor allem die vorausgegangenen Trockenjahre, die zu massiven Ertragsausfällen führten. Insbesondere auf Flächen, auf denen Raps und Weizen auf Grenzstandorten stand, griffen Landwirte wieder vermehrt auf Roggen zurück (Rohlmann 2020). Weitere Gründe sind außerdem die angespannte Situation im Pflanzenschutz und die Novellierung der Düngeverordnung. Im Westen Deutschlands nahm die Bedeutung des Roggens in der Schweinefütterung zu und verdrängte hier vor allem Triticale (Rohlmann 2020). Zur Ernte 2020 wurde ein durchschnittlicher Flächenertrag von 55 dt/ha erzielt. Im Vergleich zum Vorjahr stieg der Flächenertrag um 8 %. Die gesamte Erntemenge 2020 innerhalb Deutschlands beträgt 3,5 Mio. t.

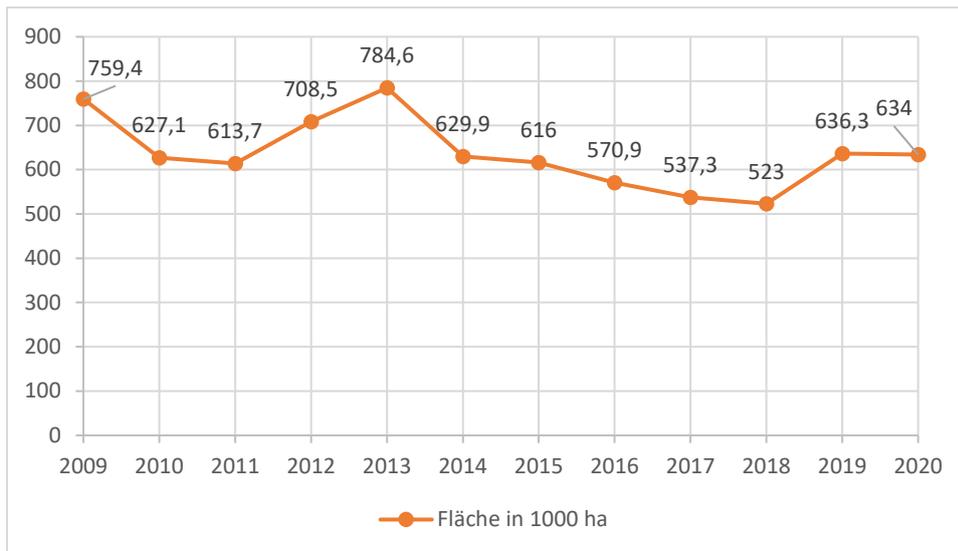


Abbildung 2 Entwicklung der Anbauflächen für Roggen in Deutschland von 2009-2020

Quelle: eigene Darstellung nach Destatis 2020

2.1.2 Bedeutung des Roggenanbaus in Mecklenburg-Vorpommern

Auch in Mecklenburg-Vorpommern ist eine ähnliche Entwicklung des Roggenanbaus wie für die gesamte Anbaufläche in Deutschland zu beobachten. Die Anbaufläche sank kontinuierlich von 2013 bis 2018 von rund 92.200 ha auf 50.600 ha. 2019 stieg die Anbaufläche um ca. 33 % im Vergleich zum Vorjahr auf 67.500 ha sprunghaft an. In der nachfolgenden Abbildung ist die Entwicklung der Anbauflächen von 2009-2019 dargestellt.

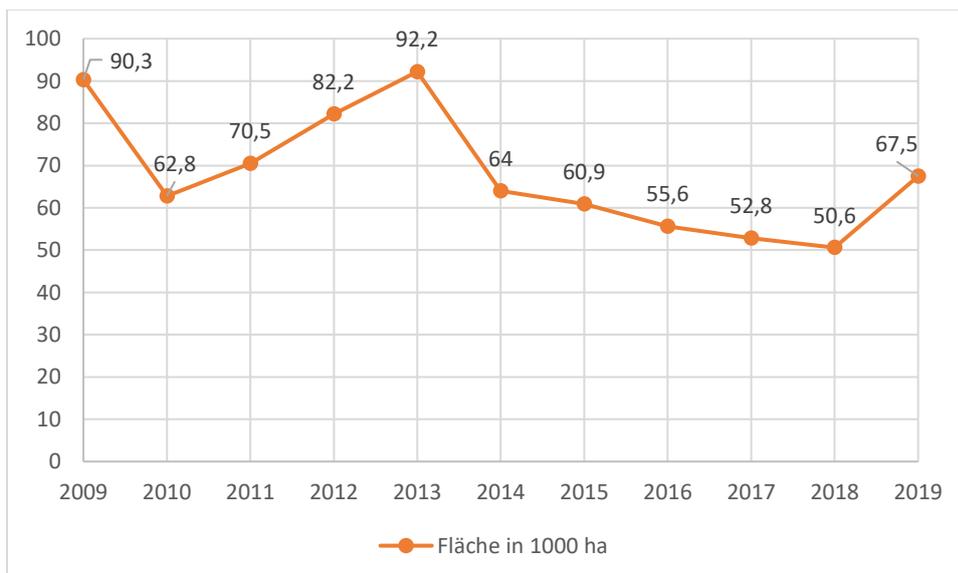


Abbildung 3 Entwicklung der Anbauflächen für Roggen in Mecklenburg-Vorpommern von 2009-2019

Quelle: eigene Darstellung nach Destatis 2020

Die Ursachen für den Anstieg sind hier dieselben. In Mecklenburg-Vorpommern wich vor allem der Stoppelweizen in Folge der Vorgaben der Düngeverordnung 2017 dem Roggen (Rohmann 2020). Der durchschnittliche Flächenertrag 2019 in Mecklenburg-Vorpommern lag 7 % über dem Bundesdurchschnitt. Während in Mecklenburg-Vorpommern 54,6 dt/ha geerntet worden sind, wurden im Bundesdurchschnitt 50,9 dt/ha erzielt. Es wurde 2019 eine Gesamterntemenge von 368.700 t erzielt.

Tabelle 1 Anbaufläche, Ertrag und Erntemenge von Roggen in Mecklenburg-Vorpommern 2014-2019

	Mecklenburg-Vorpommern		
	Fläche in ha	Ertrag in dt/ha	Erntemenge in t
2014	64.000	63,4	406.000
2015	60.900	60,8	370.600
2016	55.600	52	289.500
2017	52.800	52,9	279.200
2018	50.600	41,1	208.000
2019	67.500	54,6	368.700

Quelle: Destatis 2020

2.1.3 Verwertungsmöglichkeiten

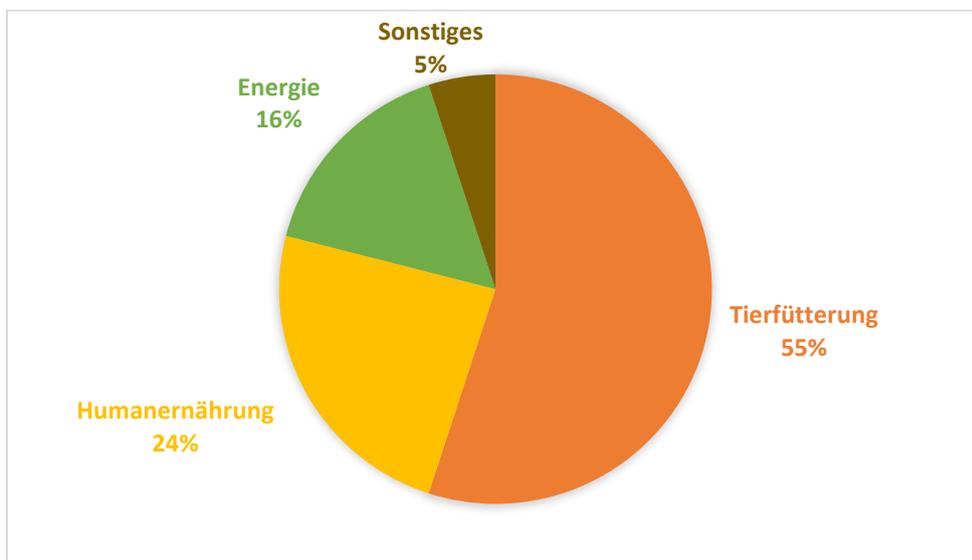


Abbildung 4 Verwertung von Roggen in Deutschland

Quelle: KWS (o.D.)

Die Verwertungsmöglichkeiten des Roggens sind vielfältig. Klassisch ist die Verwendung des Roggens als Brotgetreide (Miedaner 2014). Die Verwendung als Brotgetreide nimmt rund 24 %

der Roggenernte ein. Roggen ist reich an Vitaminen und Ballaststoffen. Die Körner enthalten ca. 60 % Kohlenhydrate, 9 % Eiweiße, 13-15 % Ballaststoffe und je 2 % Fette und Mineralien (Domnick 2020). Wichtig für die Vermarktung sind ein möglichst großes Korn, eine hohe Auswuchsfestigkeit und ein geringer Besatz mit Mutterkorn. Ab 2021 plant die EU-Kommission eine Senkung des Höchstwertes von Mutterkorn in Getreide von 0,05 auf 0,02 % (SKW Piesteritz 2020). Dies erfordert eine noch aufwendigere Reinigung durch die Mühlen. Der häufigste Verwendungszweck des Roggens betrifft den Einsatz in der Tierfütterung. Über die Hälfte wird als Futterroggen verwendet. Roggen kann als Energiekomponente in der Rinder-, Schaf- und Schweinefütterung eingesetzt werden. Die Höhe des Roggeneinsatzes in der Rinderfütterung richtet sich in erster Linie nach den Anteilen leicht löslicher Kohlenhydrate. Bei Milchkühen und in der Bullenmast sind Anteile bis 40 % im Kraftfutter bzw. 4 kg/Kuh/Tag möglich, ohne Leistungseinbußen zu befürchten (Koop 2010). Die Fütterung von Roggen an Schweine hat in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Bei Mastschweinen sind Roggenanteile von bis zu 50 % und bei Sauen bis zu 25 % möglich (Koop 2010). Die Qualitätsansprüche sind ähnlich wie beim Brotroggen. Die Auswuchsfestigkeit spielt eine untergeordnete Rolle. Ca. 16 % des Roggens werden zur Energieerzeugung genutzt. Der Einsatz als Ethanol-Getreide wird im Wesentlichen von der Wirtschaftlichkeit der Bio-Ethanol-Produktion bestimmt und unterliegt jährlich starken Schwankungen (VELA 2014). Ein Großteil wird als Substrat für Biogasanlagen verwendet. Bei der Biomassenutzung unterscheidet man zwischen Grünroggen, der bereits im April/Mai geerntet wird und der Nutzung als Ganzpflanze mit einer Ernte Ende Juni (Miedaner 2014). Beide eignen sich als Substrat für Biogasanlagen. Des Weiteren kann auch das ganze Korn zur Biogaserzeugung herangezogen werden.

2.2 Anbau von Weizen

2.2.1 Bedeutung des Weizenanbaus in Deutschland

Weizen ist nach seiner Anbaufläche die wichtigste Kulturpflanze der Welt, hinsichtlich der Produktionsmenge liegt er knapp hinter Mais und Reis (Christen 2009). Auch in Deutschland stellt Weizen heute der Anbaufläche nach die wichtigste Kultur dar. Im Erntejahr 2020 nahm er 46 % der gesamten Getreideanbaufläche ein. In der Vergangenheit waren die Anteile von Weizen an der Getreideanbaufläche weniger stark konzentriert. Seit 1961 hat sich der Anteil von Weizen an den Hauptgetreidearten stark verschoben (Abbildung 5). Die Gründe sind ein hoher Zuchtfortschritt und gute Marktpreise, vor allem seit die weltweite Produktion stagniert (Miedaner 2014). Roggen, Gerste und Hafer haben dagegen stark an Bedeutung verloren.

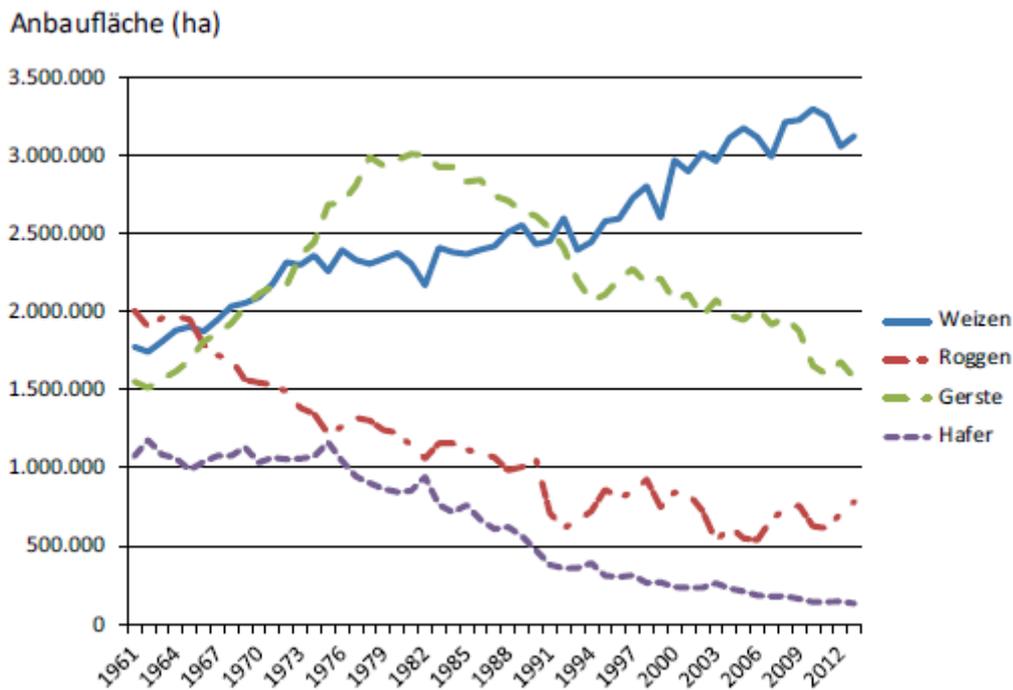


Abbildung 5 Entwicklung der Anbauflächen der Hauptgetreidearten in Deutschland von 1961-2012

Quelle: Miedaner 2014

Der Anstieg der Anbaufläche steht in direktem Zusammenhang mit der Zunahme der Ertragsleistung. Die Weizenanteile haben sich kontinuierlich erhöht, obwohl der Getreideanteil an der Ackerfläche abnimmt. Weizen wird überwiegend in der Winterform angebaut. Sommerweizen wird meist nur Jahren mit starken Auswinterungen und schlechten Aussaatbedingungen im Herbst gesät. Die Weizenanbaufläche lag in den letzten Jahren konstant um ca. 3,2 Mio. ha. 2020 sank die Anbaufläche auf 2,83 Mio. ha erstmalig nennenswert. Im Vergleich zum Vorjahr ist die Fläche um 9 % gesunken. Gründe für den Rückgang sind die Trockenjahre und zunehmende Probleme in der Bestandesführung des Weizens. Außerdem waren die Aussaatbedingungen in vielen Regionen zu nass und in der Mitte Deutschlands zu trocken. In der Ernte 2020 wurde ein Durchschnittsertrag von 78,3 dt/ha erzielt. Die erreichte Gesamterntemenge beträgt 22,2 Mio. t und liegt damit deutlich unter dem Durchschnitt.

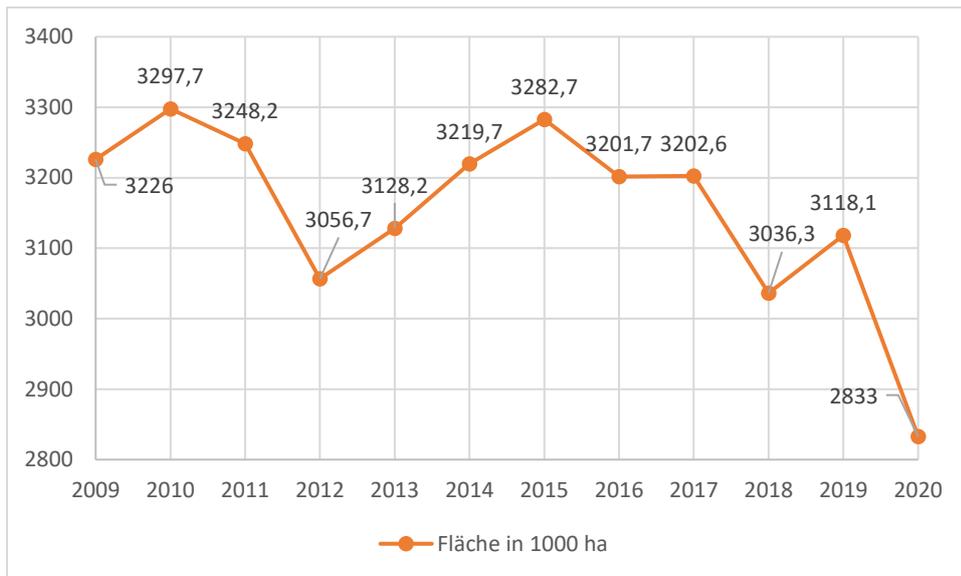


Abbildung 6 Entwicklung der Anbauflächen für Weizen in Deutschland von 2009-2020

Quelle: eigene Darstellung nach Destatis 2020

2.2.2 Bedeutung des Weizenanbaus in Mecklenburg-Vorpommern

Mecklenburg-Vorpommern ist einer der wichtigsten Weizenproduzenten in Deutschland. Auch hier bildet der Weizen die flächenmäßig stärkste Kultur. Die Anbaufläche unterlag in den letzten Jahren keinen großen Schwankungen. Einzig 2013 lag die Anbaufläche deutlich unter dem Durchschnitt. Anschließend sank die Anbaufläche erstmalig 2018 mit 332.300 ha beträchtlich. Im Vergleich zum Vorjahr ist die Fläche um ca. 10 % geschrumpft. 2019 lag die Anbaufläche bei 335.000 ha. Auch hier sind die Gründe für den Rückgang mit zunehmenden Problemen im Pflanzenschutz und in den vorausgegangenen Trockenjahren zu sehen.

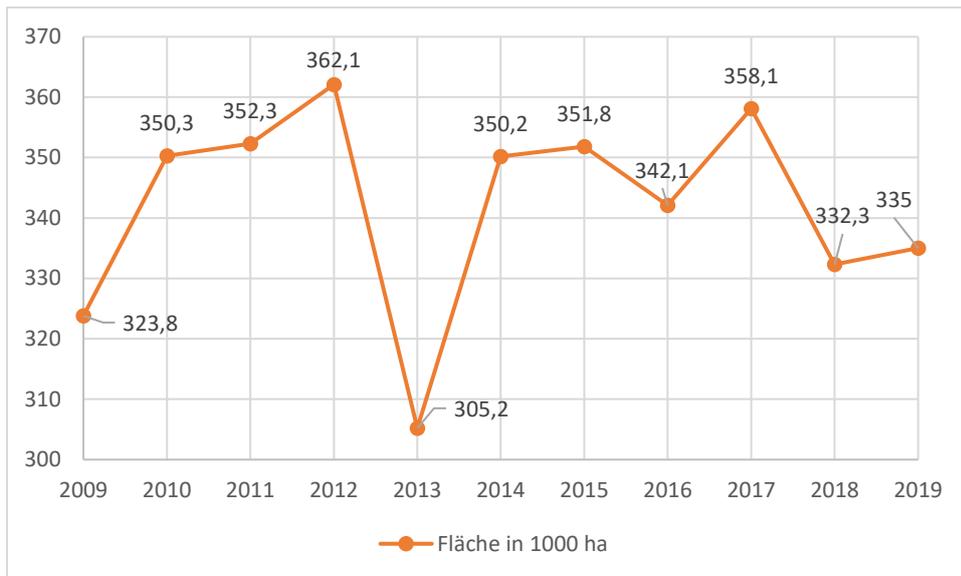


Abbildung 7 Entwicklung der Anbauflächen für Weizen in Mecklenburg-Vorpommern von 2009-2019

Quelle: eigene Darstellung nach Destatis 2020

Im Trockenjahr 2018 lag der Durchschnittsertrag bei 58,4 dt/ha. 2019 konnte ein Ertrag im Landesdurchschnitt von 77,4 dt/ha erzielt werden und liegt damit leicht über dem Bundesdurchschnitt von 74 dt/ha. Insgesamt wurden 2019 in Mecklenburg-Vorpommern ca. 2,6 Mio. t Weizen geerntet.

Tabelle 2 Anbaufläche, Ertrag und Erntemenge von Weizen in Mecklenburg-Vorpommern 2014-2019

	Mecklenburg-Vorpommern		
	Fläche in ha	Ertrag in dt/ha	Erntemenge in Mio. t
2014	350.200	90,5	3,2
2015	351.800	88,1	3,1
2016	342.100	67	2,3
2017	358.100	74,9	2,7
2018	332.300	58,4	1,9
2019	335.000	77,4	2,6

Quelle: Destatis 2020

2.2.3 Verwertungsmöglichkeiten

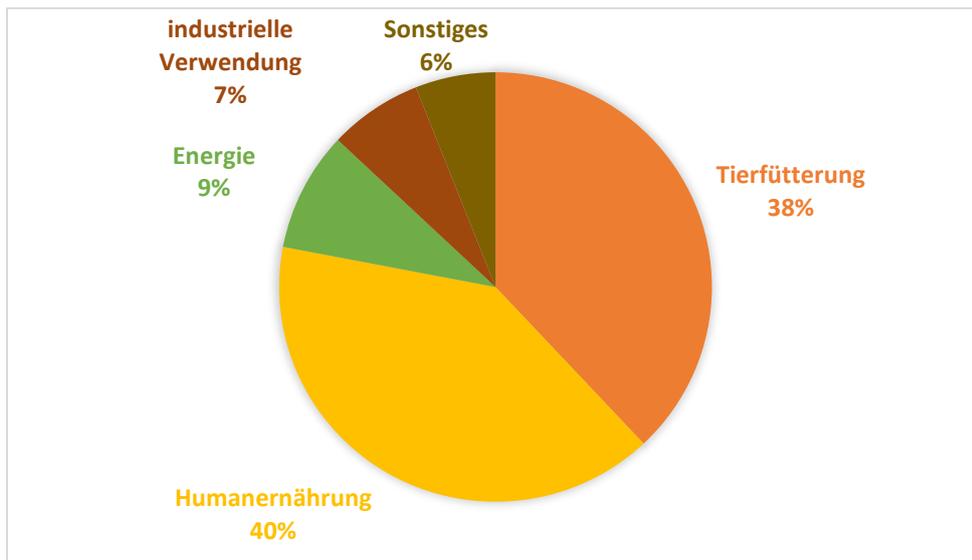


Abbildung 8 Verwertung von Weizen in Deutschland

Quelle: KWS (o.D.)

Neben Reis und Mais haben die Weizenarten die größte Bedeutung für die menschliche Ernährung (Diepenbrock, Ellmer u.a. 2016). Der Weizen ist die für uns wichtigste Brotgetreideart. Ca. 40 % des in Deutschland erzeugten Weizens werden in der Nahrungsmittelindustrie weiterverarbeitet. Er wird zur Herstellung von Mehl, Backwaren und Teigwaren verwendet und dient als Rohstoff in Brennereien und Brauereien. Wichtige Qualitätskriterien für Backweizen sind der Rohproteingehalt (>12-14 %), die Fallzahl (>220 bis 250 s) und der Sedimentationswert (>30 bis 50 ml) sowie Volumenausbeute, Elastizität, Oberflächenbeschaffenheit des Teiges, Wasseraufnahme und Mehlausbeute (Diepenbrock, Ellmer u.a. 2016). 38 % des Weizens werden in der Tierernährung eingesetzt. Weizen wird weniger stark zur Energieerzeugung genutzt als Roggen. 9 % der Weizenernte werden für energetische Zwecke verwendet. Weizen kann als Ganzpflanzensilage und als Korn als Substrat in Biogasanlagen genutzt werden. Es kann auch als Rohstoff für die Ethanolproduktion dienen. Stroh kann zur thermischen Verwertung herangezogen werden. Außerdem wird Weizen als Rohstoff zur Stärkeproduktion verwendet. Etwa 7 % werden industriell genutzt.

2.3 Regionaler Vergleich des Roggen- und Weizenanbaus mit Brandenburg

Im Gegensatz zu vielen anderen Bundesländern ist Roggen in Brandenburg traditionell die anbaustärkste Kultur gefolgt von Weizen und Mais. Winterroggen ist wegen der vorherrschenden Standortbedingungen mit überwiegend leichten Böden, regelmäßigen Trockenperioden und Kahlrostgefahr pflanzenbaulich vorteilhaft (LELF Brandenburg 2020). Während in Brandenburg zur Ernte 2019 184.900 ha Roggen angebaut wurden, waren es in Mecklenburg-Vorpommern 67.500 ha. Die Landwirtschaftliche Nutzfläche beider Bundesländer ist mit 1,31 Mio. ha in Brandenburg und 1,36 Mio. ha in Mecklenburg-Vorpommern vergleichbar groß. Aufgrund der besseren Standortbedingungen liegen die Hektarerträge in Mecklenburg-Vorpommern deutlich über denen in Brandenburg. So wurde 2019 in Mecklenburg-Vorpommern ein durchschnittlicher Ertrag von 54,6 dt/ha erzielt, während es in Brandenburg nur 38,7 dt/ha waren.

Tabelle 3 Anbaufläche, Erntemenge, Ertrag von Roggen in 2017-2019 in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg

	Mecklenburg-Vorpommern			Brandenburg		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Anbaufläche in ha	52.800	50.600	67.500	160.400	158.100	184.900
Erntemenge in t	279.200	208.000	368.700	614.800	497.000	716.100
Ertrag in dt/ha	52,9	41,1	54,6	38,3	31,4	38,7

Quelle: Destatis 2020

Umgekehrt stellt sich die Situation beim Weizen dar. Aufgrund der günstigeren klimatischen Bedingungen und den besseren Böden überwiegt der Weizenanbau in Mecklenburg-Vorpommern. Während 2019 in Mecklenburg-Vorpommern 335.000 ha mit Weizen bestellt worden sind, waren es in Brandenburg nur 177.800 ha. Auch die deutlich höheren Hektarerträge in Mecklenburg-Vorpommern sind Grund für den verstärkten Weizenanbau. In Mecklenburg-Vorpommern wurde 2019 ein durchschnittlicher Ertrag von 77,4 dt/ha erzielt. Im Vergleich dazu waren es in Brandenburg nur 55,1 dt/ha.

Tabelle 4 Anbaufläche, Erntemenge, Ertrag von Weizen in 2017-2019 in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg

	Mecklenburg-Vorpommern			Brandenburg		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Anbaufläche in ha	358.100	332.300	335.000	181.600	173.600	177.800
Erntemenge in t	2.682.000	1.940.000	2.592.400	1.138.800	857.600	979.300
Ertrag in dt/ha	74,9	58,4	77,4	62,7	49,4	55,1

Quelle: Destatis 2020

2.4 Vergleich der Ertragsleistung

Roggen wird aufgrund seiner Trockentoleranz bisher vor allem auf leichten Standorten angebaut. In den offiziellen Ernteberichten liegt der durchschnittliche Weizenertrag daher stets über dem des Roggens. Im Mittel der letzten zehn Jahre konnte in Deutschland ein durchschnittlicher Weizenertrag von 76,1 dt/ha erzielt werden. Mit 52,8 dt/ha liegt der des Roggens deutlich darunter. Weil er auf den leichten Standorten sein Ertragspotential nicht voll ausschöpfen kann, wird der Roggen in der Praxis häufig unterschätzt.

Einen fairen Ertragsvergleich stellen die Landessortenversuche (LSV) dar. Mit Hilfe von mehrjährigen Auswertungen der bundesweiten LSV-Ergebnisse wurde die Konkurrenzfähigkeit mit anderen Getreidearten untersucht. Da Roggen in der Regel als Futtergetreide dient, verglich man Hybridroggen mit B- und C-Weizensorten und den übrigen Futtergetreidearten Triticale und Gerste. In der Auswertung wurden Ertragswerte aus 138 LSV-Standorten aus den Jahren 2011-2019 betrachtet. Der Ertragswert stellt das Mittel aller geprüften Sorten dar. Da es sich hier um Versuche handelt, liegen die Erträge ca. 15 % über denen aus der Praxis. In der behandelten Stufe wurde im Mittel aller Jahre im Weizen ein Kornertrag von 90,6 dt/ha erzielt. Mit 97,2 dt/ha lag dieser bei Hybridroggen deutlich über dem Weizen. Die Ergebnisse für Triticale und Gerste lagen bei 93,7 dt/ha und 88,4 dt/ha.

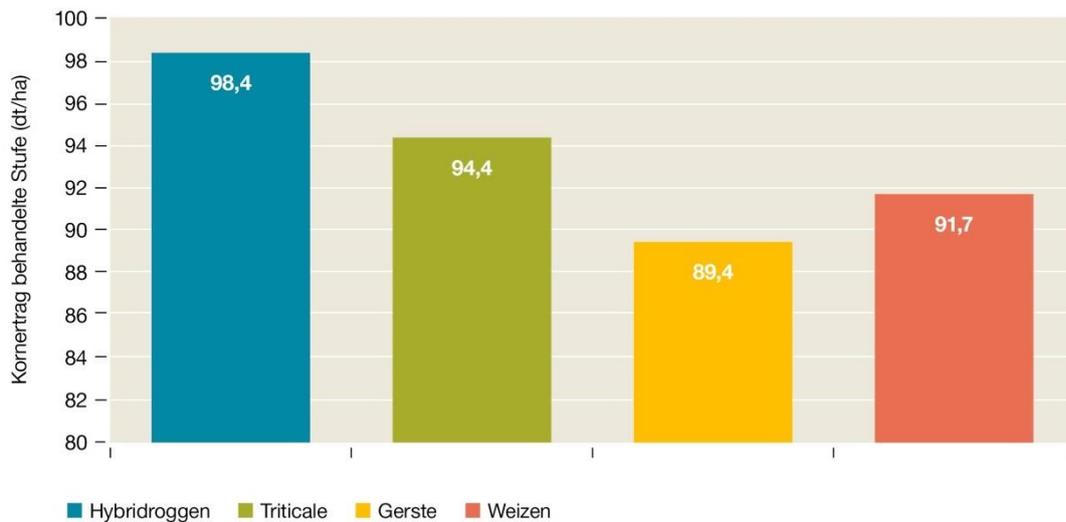


Abbildung 9 Ertragsleistung im Mittel von Hybridroggen, Triticale, Gerste und Weizen (B- und C-Weizen zusammen) auf 138 LSV-Standorten von 2011-2019

Quelle: KWS 2021

Betrachtet man die einzelnen Jahre ist festzustellen, dass Hybridroggen in der behandelten Stufe in acht von neun Jahren die ertragsstärkste Kultur unter allen Futtergetreidearten war. Einzig im Jahr 2014 lag der Ertragswert des C-Weizens über dem des Hybridroggens. 2015 befand sich die Gerste auf ähnlichem Niveau wie der Roggen. 2019 erreichte die Triticale ähnlich hohe Erträge wie der Roggen. Werden die Ergebnisse nach Bodengüte unterteilt, wird sichtbar, dass Roggen sowohl auf guten als auf schlechten Standorten ein höheres Ertragspotential als der Weizen aufweist. Auf schlechten Standorten ist die Differenz der Ertragswerte besonders groß.

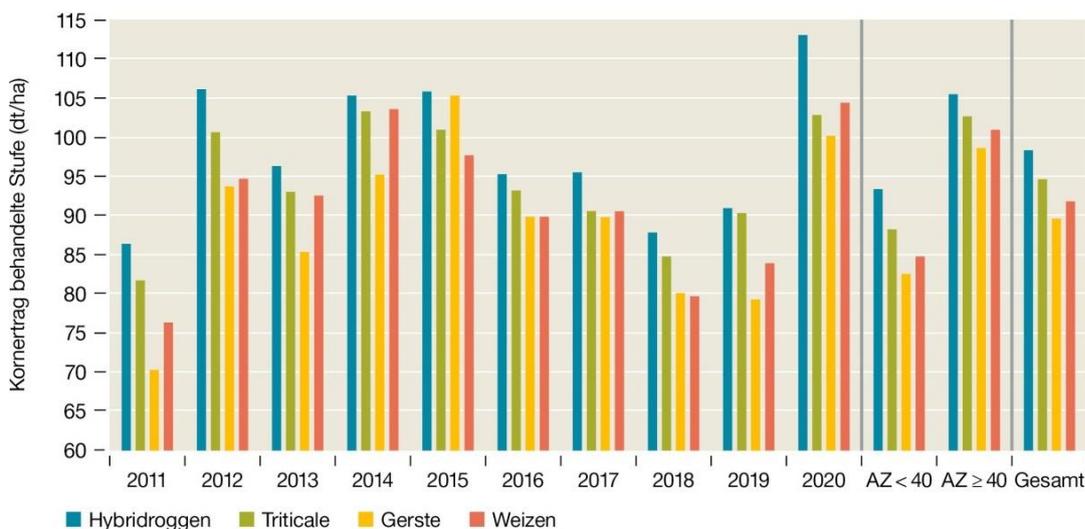


Abbildung 10 Ertragsleistung von Hybridroggen, Triticale, Gerste und Weizen (B- und C-Weizen zusammen) auf 138 LSV-Standorten von 2011-2019

Quelle: KWS 2021

Auf 23 Standorten wurde zusätzlich Hybridroggen mit Stoppelweizen, also Weizen, der in Selbstfolge angebaut wird, verglichen. In den Jahren konnten große Schwankungen bei den erzielten Ertragsunterschieden beobachtet werden. Einzig im Jahr 2014 lag der Stoppelweizen über dem Hybridroggen. 2016 befanden sich die Erträge auf ähnlichem Niveau. In allen anderen Jahren war der Hybridroggen im Vorteil. Im Mittel wurde beim Hybridroggen ein Ertragswert von 100,5 dt/ha erzielt. Beim Stoppelweizen lag der Mittelwert über die Jahre bei 92,5 dt/ha. Das entspricht einem durchschnittlichen Mehrertrag von 8,65 %. 2012 konnte sogar ein Mehrertrag von ca. 20 % erzielt werden.

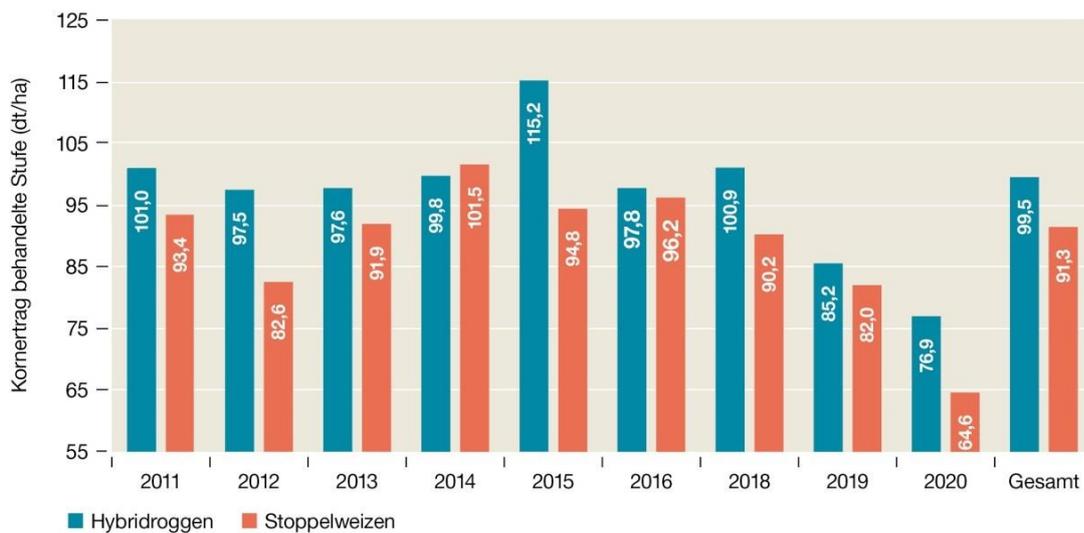


Abbildung 11 Ertragsleistung von Hybridroggen und Stoppelweizen auf 23 LSV-Standorten von 2011-2019

Quelle: KWS 2021

3 Methodik

Mit Hilfe der Stärken-Schwächen-Chancen-Risiken-Analyse, kurz SWOT-Analyse, eines Instruments aus der Betriebsplanung und der Strategischen Unternehmensführung wird im Folgenden zunächst die Situation des Roggens als Marktfrucht analysiert. Der Begriff SWOT steht für die Begriffe strengths – Stärken, weaknesses – Schwächen, opportunities – Chancen und threats – Risiken. Im ersten Teil der SWOT-Analyse werden zunächst die Stärken und Schwächen im Vergleich zu anderen Marktfrüchten aus der Fachliteratur herausgearbeitet. Die zentrale Frage lautet: Wo liegen aus heutiger Sicht die Stärken und Schwächen des Roggens im Vergleich zu anderen Marktfrüchten? Anschließend wird das Umfeld betrachtet: Wie entwickeln sich beispielsweise Märkte, Preise, Gesetze etc. (Dabbert und Braun 2006)? Diese Trends werden dann mit den Stärken und Schwächen der Kultur in Verbindung gebracht, woraus sich Chancen und Risiken für die Marktfrucht ergeben.

Nachfolgend wurden die aktuelle Situation und die langfristige Entwicklung für die Erzeugerpreise von Brotroggen, Brotweizen sowie Futterweizen betrachtet. Als Datengrundlage dienen die Erzeugerpreise zur Ernte jeweils im August von 2007-2020 aus der Datensammlung Getreide 2021 der Agrarmarkt und Informationsgesellschaft (AMI). Zur besseren Veranschaulichung wurde eine Grafik erstellt. Anschließend wird die Preisentwicklung analysiert und miteinander verglichen.

Die Ökonomie beider Kulturen soll in drei verschiedenen Szenarien betrachtet werden, welche typische Standorte in Mecklenburg-Vorpommern darstellen könnten. Diese unterscheiden sich wie folgt: niedriges, mittleres und hohes Ertragspotential und in ihrer Intensität. Als Erzeugerpreis wird der in Kapitel 5 ermittelte langfristige Durchschnittspreis für Brotweizen und Brotroggen verwendet. Um die Szenarien vergleichbar zu machen, wird eine Vollkostenrechnung durchgeführt und es werden jeweils der Deckungsbeitrag sowie der kalkulatorische Gewinn je ha ermittelt. Für die jeweiligen Produktionskosten der Szenarien wurden Standardwerte des KTBL, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft und aus der Datensammlung Brandenburg 2016 verwendet. Es wurden außerdem für Mecklenburg-Vorpommern ortstypische Pachten angenommen.

Tabelle 5 Schema zur Berechnung der Teil- und Vollkosten

Marktleistung/Erlös
– Variable Kosten
= Deckungsbeitrag I/direktkostenfreie Leistung
– Fixe Kosten
= Einzelkostenfreie Leistung/kalkulatorischer Gewinn

Quelle: eigene Darstellung

Um die Konkurrenzfähigkeit von Roggen zum Mais als Substrat in Biogasanlagen festzustellen, wurden die Gesamtkosten und die Produktionskosten je m³ Methanertrag und dt Frischmasse ermittelt und miteinander verglichen.

Eine Entscheidungshilfe, ob eine Fütterung mit Roggen wirtschaftlich ist und anderen Getreidearten vorzuziehen ist, können Grenzpreise geben. Diese wurden mit der Austauschmethode nach Löhr berechnet. Als Ausgangsbasis dienen das Eiweißfuttermittel Sojaschrot und die Energiekomponente Gerste. Gerechnet wird nach den Kriterien pcv (praecaecal verfügbares) Lysin und Energie. Für das zu beurteilende Futtermittel wird die Menge an Sojaschrot und Gerste ermittelt, die erforderlich ist, um dessen pcv Lysin- und Energiegehalt zu erreichen (Weber 2019). Die Menge wird anschließend mit den Marktpreisen multipliziert was einen Nährstoffvergleichspreis ergibt.

4 SWOT-Analyse

In Tabelle 6 sind die wichtigsten Stärken, Schwächen und die zukünftigen Chancen und Risiken des Roggens als Anbaualternative dargestellt.

Tabelle 6 SWOT-Analyse für Roggen

	Stärken	Schwächen
Interne Faktoren	<ul style="list-style-type: none"> - Ertragsleistung und Ertragsstabilität - Eignung auch für leichte und trockene Standorte - Stresstoleranz gegenüber Trockenheit, Frost, Nährstoffmangel und pH-Wert - Unkrautunterdrückung - vielseitige Verwendungszwecke - Selbstverträglichkeit - Erreichen der Backfähigkeit auch bei geringer N-Zufuhr - hoher Züchtungsfortschritt durch Hybridzüchtung - gute Eignung und positive Eigenschaften als Futtermittel - erfordert insgesamt geringe Pflanzenschutzintensität 	<ul style="list-style-type: none"> - Langstrohigkeit - Lageranfälligkeit - Auswuchsgefährdung - Mutterkornanfälligkeit - keine wirksamen Fungizide gegen Schneeschimmel, Ährenfusariosen und Mutterkorn - Schwarzrost nur schwer bekämpfbar - hohe Anforderungen an die Aussaat - niedrige Erzeugerpreise - hohe Saatgutkosten für Hybridroggen - Wachstumsreglereinsatz höher als beim Weizen
	Chancen	Risiken
Externe Faktoren	<ul style="list-style-type: none"> - Klimawandel fordert Kulturen, die tolerant gegenüber Trockenstress sind und mit wenig Wasser auskommen - Ausweitung des Ökolandbaus - zunehmende Restriktionen in Düngung und Pflanzenschutz - Bestrebung nach mehr Tierwohl - Züchtungsfortschritt - Stickstoff- und phosphatreduzierte Fütterung 	<ul style="list-style-type: none"> - Absenken der DON-Gehalte ab 2022 - zunehmender Umfang könnte zu sinkenden Erzeugerpreisen führen - Wegfall der EEG-Förderung - langfristig schlechte Erzeugerpreise für Fleisch und Milch

Quelle: eigene Darstellung

4.1 Stärken

Die Stärken des Roggens sind vielseitig. Seine pflanzenbaulichen Vorteile liegen sowohl in seiner Robustheit als auch in der Toleranz gegenüber Stressfaktoren. Auf leichten, trockenen Standorten ist er anderen Getreidearten klar überlegen. Trockenstress und einen damit verbundenen Nährstoffmangel, weil ohne Wasser kaum Nährstoffe verfügbar sind, verträgt Roggen Trockenheit aufgrund seines tiefen und weit verzweigten Wurzelsystems besser als andere Getreidearten, da er auch Wasser aus tieferen Bodenschichten erschließen kann. Außerdem dienen seine langen Halme als Wasser- und Nährstoffspeicher, in Zeiten des Mangels können diese relativ rasch mobilisiert werden (Miedaner 2013). Durch seine frühe Pflanzenentwicklung und durch die Bestockung vor Winter kann er außerdem die Herbst- und Winterfeuchtigkeit besser nutzen. Des Weiteren hat Roggen einen geringeren Wasserbedarf. Während Weizen 400 l Wasser pro kg Erntegut benötigt, reichen dem Roggen bereits 300 l (Bröker 2020). Seine Robustheit zeichnet sich außerdem durch seine Toleranz gegenüber Frost aus. Im Vergleich zum Weizen, der seine Kältetoleranz bei durchschnittlich -15°C erreicht, verträgt Roggen Kahlfröste bis -25°C . Er eignet sich daher auch für die kühleren Anbauggebiete Nord- und Osteuropas.

Wie in 2.4 beschrieben hat die Auswertung der Landessortenversuche gezeigt, dass Roggen aufgrund des Züchtungsfortschrittes aus der Hybridzüchtung dazu in der Lage ist höhere Ertragsleistungen als vergleichbare Getreidearten zu erzielen. Seine Stärken liegen aufgrund seiner guten Trockenstresstoleranz zum anderen in der höheren Ertragsstabilität in trockenen Jahren.

Roggen besitzt eine hohe Unkrautunterdrückung, da er aufgrund seiner frühen Bestockung die Bodenoberfläche rasch bedeckt. Im ökologischen Landbau reicht das einmalige Striegeln für einen weitestgehend unkrautfreien Bestand aus. Im konventionellen Anbau genügt oftmals eine Herbizidbehandlung im Herbst als Vorauflauf- oder frühe Nachauflaufbehandlung aus. Allgemein zeichnet sich Roggen durch eine geringere Pflanzenschutzintensität als beim Weizen aus. Er ist weniger anfällig gegenüber Blattkrankheiten. In der Praxis genügt daher eine Einmalbehandlung mit einem Fungizid auf Standorten mit geringer Ertragserwartung aus. Auf Standorten mit hoher Ertragserwartung ist eine Doppelbehandlung üblich. Die Applikation von Insektiziden erfolgt je nach Befall.

Der Anbau alternativer Kulturen scheitert häufig aufgrund der Vermarktung. Beim Roggen ist diese aufgrund der vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten und vielen Verarbeitern sowie

Abnehmern gesichert. Wie in 2.1.3 lässt sich Roggen sowohl als Brotroggen, als Futtermittel oder als nachwachsender Rohstoff vermarkten.

Eine weitere Stärke liegt in der Anspruchslosigkeit gegenüber Vorfrüchten. Roggen kann nahezu an jede Stelle einer Fruchtfolge integriert werden. Auf günstige Vorfrüchte wie Körnerleguminosen, Raps oder Kartoffeln reagiert er natürlich positiv. Aufgrund seiner Selbstverträglichkeit ist jedoch auch Roggen in Selbstfolge möglich.

Im Gegensatz zum Weizen ist das Erreichen der Backfähigkeit ebenso mit einem geringen N-Angebot zu erreichen, da nicht Klebeeiweiße die Hauptrolle spielen, sondern komplexe Kohlenhydratverbindungen. Dadurch eignet er sich auch gut für den Ökolandbau. Eine Vermarktung als Brotroggen ist daher auch auf leichten Böden mit geringem Nährstoffspeichervermögen in der Regel ohne Probleme möglich.

Aufgrund der Hybridzüchtung im Roggen hat sich der genetisch bedingte Zuchtfortschritt nahezu verdreifacht. Er liegt über die letzten 30 Jahre bei 0,77 dt/ha und Jahr und ist damit sogar höher als beim Winterweizen mit 0,61 dt/ha bei C-Sorten und 0,55 dt/ha bei A-Sorten (Rohlmann 2020). Die Hybridsorten sind den Populationssorten ertraglich überlegen und gleichen die Mehrkosten für das teurere Hybridsaatgut in der Regel aus. Neben einem höheren Ertrag kennzeichnen sich Hybridsorten durch eine höhere Standfestigkeit aus. Mit der Hybridzüchtung konnte in den letzten Jahren außerdem die Mutterkornanfälligkeit deutlich gesenkt werden.

Hinsichtlich der Fütterung liegen die Stärken des Roggens in seinem hohen Ballaststoffgehalt und seinem günstigen Aminosäuremuster und der hohen Phytaseaktivität. Der Energiegehalt liegt mit 15 MEMJ pro kg knapp unter dem des Weizens mit 15,5 MEMJ pro kg TS. Roggen enthält durchschnittlich 115 g Rohprotein und damit weniger als Weizen. Das macht ihn für die proteinreduzierte Fütterung interessant. Im Vergleich zum Weizen weist Roggen, aber 30 % mehr Lysin, der wichtigsten Aminosäure für Schweine auf. Die Fütterung von Roggen hat außerdem einen positiven Einfluss auf das Tierwohl, denn Roggen enthält höhere Anteile an verdauungsfördernden Faserstoffen wie z. B. Fruktane, die in der Schweinefütterung helfen, Schwanzbeißen zu verringern sowie das Salmonellen-Risiko und den Ebergeruch zu senken (Saaten Union o.D.).

4.2 Schwächen

Eine Schwäche des Roggens ist seine Langstrohigkeit. Zwar sind heutige Hybridsorten schon wesentlich kürzer, aber immer noch wesentlich länger als Weizen. Aus Gründen der Stresstoleranz benötigt er jedoch diesen langen Halm. Die sehr großen Strohmassen erschweren den Mähdrusch. Eine gute Häckselqualität und Strohverteilung fordern einen guten technischen Zustand des Häckslers und eine optimale Einstellung des Mähdreschers. Eine ungünstige Strohverteilung kann erhöhte Anforderungen an die nachfolgende Stoppelbearbeitung stellen. Aufgrund der Langstrohigkeit ist die Lageranfälligkeit von Roggen groß. Lager erschwert nicht nur die Ernte, sondern führt auch zu sinkenden Erträgen und Auswuchs. Deshalb ist der Einsatz von Wachstumsreglern im Roggenanbau von besonderer Bedeutung. Eine einmalige Einkürzung sollte auch bei geringem Lagerdruck und standfesten Sorten erfolgen. Auf besseren Standorten kann eine zweite Anwendung notwendig werden. Die Intensität ist insgesamt höher als beim Weizen.

Unter ungünstigen Witterungsbedingungen neigt Roggen schneller zu Auswuchs als andere Getreidearten. Viele moderne Hybridsorten sind jedoch schon wesentlich weniger anfällig.

Roggen stellt große Ansprüche an die Aussaat. Alte Pflanzenbauregeln besagen „Roggen will den Himmel sehen“. Er erfordert eine äußerst flache Ablage, da er sich sehr flach aus dem obersten Bestockungsknoten heraus entwickelt. Gleichzeitig sollten Körner nicht zu tief abgelegt werden, um Halmheber und ein ungleichmäßiges Auflaufen zu verhindern. Die Saat sollte jedoch nicht an der Oberfläche oder zu flach liegen, da es ansonsten zu Schäden durch Herbizide kommen kann. Optimal ist eine Ablagetiefe zwischen 2,5 – 3,5 cm. Besonders ist auch der frühe Saattermin.

Die Kosten für Hybridsaatgut sind hoch. In der Regel können diese aber durch den Mehrertrag ausgeglichen werden. Insgesamt fallen die Produktionskosten durch geringere Aufwände in Pflanzenschutz und Düngung niedriger als beim Weizen aus.

Die bedeutendste Krankheit im Roggenanbau ist Mutterkorn. Unter den Getreidearten kommt Mutterkorn am häufigsten bei Roggen vor, da er Fremdbefruchter ist und seine Blüten besonders weit öffnen muss. Dadurch können die Erreger sehr leicht auf die Narben der Roggenblüten gelangen und eine Infektion auslösen. Der Besatz mit Mutterkorn ist das wichtigste Qualitätskriterium für die Vermarktung sowohl als Brotroggen, Futtermittel als auch die Bioethanolproduktion. Bisher liegt der Grenzwert bei Futterroggen bei <0,1 und bei Brotroggen <0,05 Gewichtsprozent. Gegen Mutterkorn gibt es keine wirksamen Fungizide.

Daher sind vorbeugende Maßnahmen im Roggenanbau unabdingbar. Mit Hilfe der Hybridzüchtung stehen heute auch Sorten die vom Bundessortenamt als gering anfällig für Mutterkorn eingestuft worden sind zur Auswahl. Diese Sorten zeichnen sich durch eine höhere Pollenausschüttung aus, wodurch die Befruchtung während der Roggenblüte beschleunigt wird. Insgesamt ist der Roggen weniger anfällig für Krankheiten als der Weizen. Klassische Roggenkrankheiten wie Schneeschimmel und Ährenfusarien sind jedoch nicht mit Fungiziden bekämpfbar. Auch die Bekämpfung von Schwarzrost ist nur bedingt möglich. Die Resistenz gegenüber Schwarzrost ist allerdings Ziel der Züchtung und wird zurzeit intensiv erarbeitet.

Die Roggenpreise müssen sich stets mit den Weizenpreisen messen. Der Roggenpreis liegt unter dem Niveau des Weizens, da der Absatz begrenzt ist und überwiegend für den europäischen Markt produziert wird. Die Preissituation wird in Kapitel 5 genauer betrachtet. Auch im Ökobereich ist der Absatz begrenzt und der Preis liegt unter dem des Weizens.

4.3 Chancen

Eine große Herausforderung für den Pflanzenbau stellt der Klimawandel dar. Die Auswirkungen sind schon heute deutlich zu spüren. Folge des Klimawandels ist zum Beispiel eine veränderte Niederschlagsverteilung. Tendenziell werden die Sommer trockener und die Winter nasser (Deutscher Bauernverband 2020). Zudem wird es in niederschlagsarmen Regionen noch weniger Wasser geben. Problematisch ist dies, da bei höheren Temperaturen der Wasserbedarf zunimmt und zeitgleich mehr verdunstet. Die Folge ist die Zunahme des Dürreerisikos. Außerdem sind zukünftig höhere Temperaturen, höhere CO₂-Konzentrationen in der Luft und die Zunahme von Extremwetterlagen und Extremwetterereignissen zu erwarten (BMEL 2019). Natürlich werden auch die Roggenerträge unter den Auswirkungen leiden. Von allen Getreidearten ist er jedoch aufgrund seiner Toleranz gegenüber Trockenstress und dem geringerem Wasserbedarf für die zukünftigen Bedingungen am besten geeignet.

Das Bewusstsein in der Bevölkerung für Umwelt- und Klimaschutz hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Auch in der Landwirtschaft ist dieser Trend zu spüren. 2020 wurden 10,2 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche ökologisch bewirtschaftet. Die Zahl an Ökobetrieben ist auf 33.413 Betriebe gewachsen. Das entspricht einem Anteil von 13,3 %. Auch in den nächsten Jahren ist von einem positiven Trend auszugehen. Die europäische Farm-to-Fork Strategie im Rahmen des europäischen Green Deals sieht vor, den Ökolandbau bis 2030 auf 25 % der gesamten Agrarfläche der Europäischen Union auszuweiten. Auch hier könnte der Roggen seine Stärken ausspielen, denn aufgrund seiner guten Unkrautunterdrückung, des geringen

Krankheitsdrucks und Erreichens der Backfähigkeit auch bei geringer N-Zufuhr ist er für den Anbau unter ökologischen Bedingungen sehr gut geeignet.

Auch in Hinblick auf den Wegfall von Wirkstoffen und zunehmende Restriktionen im Pflanzenschutz kann der Roggen eine Alternative darstellen. Die europäische Farm-to-Fork Strategie sieht im Rahmen des europäischen Green Deals vor, den Pflanzenschutzmitteleinsatz in der Europäischen Union bis 2030 um 50 % zu senken. Der Roggen zeichnet sich im Vergleich zum Weizen aufgrund seiner guten Unkrautunterdrückung und der geringen Krankheitsanfälligkeit durch eine geringere Pflanzenschutzintensität aus. Einzig bei den Wachstumsreglern kann eine höhere Intensität notwendig werden. Im Rahmen der Farm-to-Fork Strategie soll auch der Düngermiteinsatz um 20 % reduziert werden. Schon mit der Novellierung der Düngeverordnung wurde die Düngung stark begrenzt. Der Roggen hat einen geringeren Nährstoffanspruch und wird mit den Begrenzungen weniger stark geschwächt als Weizen. Auch das Erreichen der Backfähigkeit ist nicht so stark vom Stickstoff abhängig wie die Erzeugung von Qualitätsweizen.

Das Thema Tierwohl ist aktueller denn je. Einen positiven Beitrag dazu könnte die Fütterung mit Roggen leisten. Eine positive Eigenschaft ist der hohe Gehalt an Ballaststoffen im Roggen. Ballaststoffe werden nicht im Dünndarm enzymatisch abgebaut, sondern im Dickdarm mikrobiell fermentiert. Bei der Fermentation entsteht Butyrat, also Buttersäure. Die Produktion von Butyrat hat mehrere positive Einflüsse. Es verbessert zum einen die Gesundheit der Darmschleimhaut und verringert die Skatolbildung. Skatol ist der Auslöser für Ebergeruch. Die Fütterung von Roggen führt zu weniger Ebergeruch und kann eine Alternative zur Narkose mit Isofluran sein. Zum anderen bewirkt Butyrat eine Reduktion von Salmonellen. Die Tiergesundheit kann durch die Fütterung mit Roggen positiv beeinflusst werden.

Durch die Hybridzüchtung besitzt der Roggen einen sehr großen Zuchtfortschritt. Neben Ertrag und Standfestigkeit liegen die aktuellen Zuchtziele vor allem in der Resistenz gegenüber Braunrost und der Senkung der Mutterkornanfälligkeit. Inzwischen besitzt die Hälfte aller Sorten eine gute Resistenz gegenüber Braunrost. Ziel ist es außerdem den Roggen an die klimatischen Veränderungen anzupassen. Eine Revolution im Roggenanbau könnten Halbzwerge sein. Gemeinsam mit Partnern züchtet das Julius-Kühn-Institut (JKI) Roggensorten, die kurze und stabile Halme ausbilden. Das kurze Stroh wirkt sich positiv auf die Druscheignung aus und könnte chemische Wachstumsregler überflüssig machen. Außerdem waren die Halbzwerge in ersten Versuchen toleranter gegenüber

Trockenstressperioden. Durch den großen Zuchtfortschritt werden die Eigenschaften des Roggens stetig verbessert.

Eine Chance in den roten Gebieten und in tierhaltenden Betrieben mit wenig Fläche kann die stickstoff- und phosphatreduzierte Fütterung sein, um den Nährstoffanfall zu senken. Durch den geringeren Proteingehalt als im Weizen ist der Roggen für diese Fütterungsvariante gut geeignet. Mit der verstärkten Roggenfütterung lassen sich zum einen die Ammoniakemissionen und zum anderen der Stickstoff- und Phosphorgehalt in der Gülle senken. Roggen könnte damit einen positiven Effekt hinsichtlich der Senkung der Treibhausgasemissionen hervorrufen und zu einem geringeren Nährstoffanfall führen sowie damit verbundene Nitrateinträge minimieren.

4.4 Risiken

Ein großes Risiko im Roggenanbau stellt die Infektion mit Mutterkorn dar. Gegen die typische Roggenkrankheit gibt es keine wirksamen Fungizide. Vorbeugende Maßnahmen sind im Anbau daher von großer Bedeutung. In der Ernte 2020 bestand ein deutlich erhöhtes Aufkommen von Mutterkornsklerotien. Während 2019 nur 1-2 % der gelieferten Roggenpartien an die Mühlen und den Handel den Grenzwert überschritten, waren es 2020 etwa 10-20 %. Die belasteten Partien können dann meist nur zu einem geringen Preis an Biogasanlagen verkauft werden. Noch im Jahr 2021 beabsichtigt die EU-Kommission eine Senkung des Höchstwertes von Mutterkorn in Getreide von 0,05 % auf 0,02 % (SKW Piesteritz 2020). Bei den Abnehmern erfordert dies eine noch aufwändigere Reinigung und Siebung. Große Mühlen müssen dann außerdem verstärkt Sortier- und Farbauslesemaschinen einsetzen, was einen zusätzlichen Kostenfaktor ergibt. Auch eine Senkung für den Wert des Mykotoxins Deoxynivalenol (DON) und für Alkaloide ist geplant. In ein bis zwei Jahren soll der Grenzwert für Roggen und Weizen von 1,25 mg/kg auf 1,00 mg/kg sinken. Die Alkaloidgehalte können derzeit nur zuverlässig über Hochdruckflüssigkeitschromatografie ermittelt werden, was teuer und aufwendig ist. Es ist zu befürchten, dass Mühlen ihren Roggen schon beim bloßen Auftreten von Mutterkorn nicht mehr für Backzwecke oder nur mit erheblichen Abschlägen abnehmen (Rohlmann 2020). Die Senkung der Grenzwerte wird daher die Anbaubedingungen erschweren und erfordert strikte Vorsorgemaßnahmen und noch weniger anfällige Sorten.

Ein wichtiger Abnehmer vor allem für Ganzpflanzensilage-Roggen und Roggenpartien, die für den Handel ungeeignet sind, waren bisher Biogasanlagen. Bis Ende 2020 gab es in Deutschland ca. 9.400 Biogasanlagen. Im Jahr 2000 trat das Gesetz der Erneuerbaren Energien (EEG) in Kraft. Anlagen wurde über 20 Jahre hinweg eine Mindestvergütung garantiert. Mit der Novelle

des EEG im Jahr 2016 erfolgte die Umstellung von der fixen Förderung auf ein Ausschreibungssystem, um eine Anschlussförderung zu erhalten. Die gezahlten Strompreise liegen nun deutlich unter der Mindestvergütung. Zudem gilt eine Substratbeschränkung die den Einsatz von Getreidekorn sowie Mais- und Getreideganzpflanzensilage stufenweise bis 2021 auf 44 % Substratanteil absenkt. In vielen Biogasanlagen werden zudem Investitionen notwendig. Durch den niedrigen Strompreis aus der Anschlussförderung ist die Wirtschaftlichkeit vieler Anlagen stark gefährdet. Zahlreiche Anlagen könnten in den nächsten Jahren vom Netz gehen und relevante Abnehmer für den Roggenanbau würden wegfallen.

Wichtige Abnehmer für Futterroggen und Ganzpflanzensilage sind zum anderen die schweine- und milchviehhaltenden Betriebe. Beide haben schon langfristig mit niedrigen Erzeugerpreisen zu kämpfen. Die Afrikanische Schweinepest und der Lockdown der Gastronomie während der Coronapandemie verschärften diese Situation zusätzlich. Langfristig könnten somit weitere Abnehmer von Futterroggen wegfallen und die Nachfrage senken.

Auf der anderen Seite gibt es viele Gründe und Chancen für den Roggenanbau. Sollte es zu einer großen Ausdehnung des Anbauumfanges kommen, könnte sich dies stark auf die Nachfrage und damit die Preise auswirken, da Roggen überwiegend für den nationalen Markt produziert wird und weniger stark vom Export und Weltmarkt abhängig ist. Da die Erzeugerpreise für Roggen schon jetzt auf einem niedrigen Niveau liegen, könnten zukünftig sinkende Preise die Rentabilität des Roggenanbaus stark gefährden.

5 Betrachtung der Preisentwicklung

In der Praxis muss sich der Roggen aufgrund der ähnlichen Verwendungszwecke mit den Erzeugerpreisen des Weizens messen. Dargestellt sind die durchschnittlichen Erzeugerpreise des Monats August der letzten 14 Jahre von 2007 bis 2020 (Abbildung 12). Deutlich sichtbar wird die Volatilität der Preise. Sie unterliegen den üblichen Schwankungen am Weltmarkt. Zur Ernte 2009 befanden sich die Erzeugerpreise auf einem Tiefpunkt. In den darauffolgenden Jahren haben sich die Preise erholt. Im Gegensatz dazu konnte 2012 das größte Preishoch verzeichnet werden. In den darauffolgenden Jahren lagen die Preise deutlich darunter. Erstmals im Jahr 2018 konnten wieder erheblich höhere Preise erzielt werden. Zur Ernte 2020 lagen die Erzeugerpreise erneut darunter und unterschieden sich nur wenig vom Vorjahresniveau. Auch zur Ernte 2013 und 2016 lagen die Erzeugerpreise deutlich unter dem Durchschnitt. Einzig zur Ernte im Jahr 2010 lag der Brotroggenpreis über dem des Brot- und Futterweizens. 2007 konnte für Roggen ein höherer Preis als für Futterweizen erzielt werden. Insgesamt kann aber stets mit einem höheren Preisniveau beim Weizen gerechnet werden.

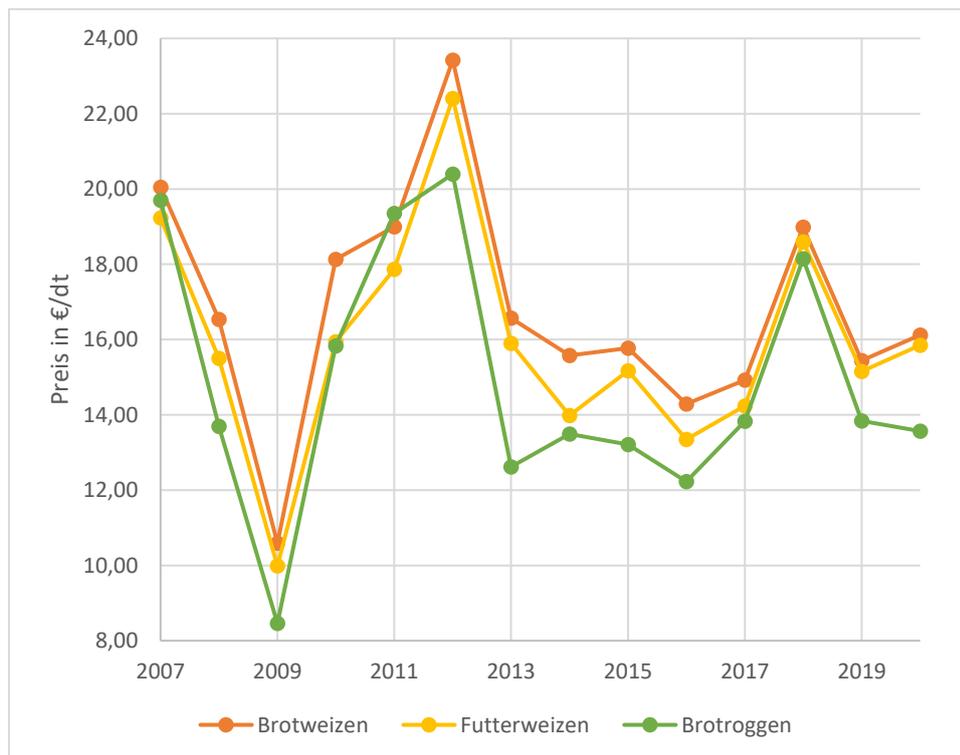


Abbildung 12 Entwicklung der Erzeugerpreise zum Monat August von Brotweizen, Futterweizen und Brotroggen von 2007-2020

Quelle: eigene Darstellung nach AMI 2021

Im Mittel der 14 Jahre lagen die durchschnittlichen Erzeugerpreise bei 16,82 €/dt für Brotweizen, 15,94 €/dt für Futterweizen und 14,88 €/dt für Brotroggen (Tabelle 7). Brotroggen hat im Mittel einen Preisnachteil von -1,94 €/dt gegenüber Brotweizen und -0,88 €/dt gegenüber Futterweizen.

Tabelle 7 Erzeugerpreise in €/dt zur Ernte (jeweils Ende August) von 2007-2020

	Brotweizen	Futterweizen	Brotroggen
2007	20,05	19,23	19,70
2008	16,53	15,50	13,69
2009	10,59	9,99	8,46
2010	18,14	15,95	15,84
2011	19,00	17,87	19,36
2012	23,42	22,41	20,40
2013	16,57	15,90	12,62
2014	15,58	13,99	13,49
2015	15,77	15,18	13,21
2016	14,29	13,35	12,23
2017	14,92	14,23	13,83
2018	18,99	18,60	18,15
2019	15,44	15,15	13,84
2020	16,12	15,85	13,57
Mittelwert	16,82	15,94	14,88

Quelle: AMI (2021)

6 Betriebswirtschaftliche Beurteilung

Aufgrund der ähnlichen Verwendungszwecke als Brot- und Futtergetreide muss sich der Roggen in der Praxis mit dem Weizen messen. Allgemein ist im Weizenanbau mit höheren Erzeugerpreisen zu rechnen. Um konkurrenzfähig zu sein, muss der Hybridroggen dies mit höheren Erträgen und einem niedrigeren Betriebsmitteleinsatz ausgleichen. Um die Wirtschaftlichkeit des Hybridroggenanbaus mit dem Weizenanbau vergleichbar zu machen, wurden der Deckungsbeitrag sowie der kalkulatorische Gewinn für verschiedene Szenarien berechnet. Es wurden die Szenarien niedriges, mittleres und hohes Ertragspotential dargestellt. Die Szenarien spiegeln drei verschiedene Standorte mit für Mecklenburg-Vorpommern üblichen Ernteerträgen und ortstypischen Pachten wider. Sie unterscheiden sich zusätzlich in der Intensität der Bewirtschaftung.

Die Auswertung der Landessortenversuche hat gezeigt, dass der Ertragsvorteil von Hybridroggen gegenüber Winterweizen auf leichteren Standorten größer ist als auf besseren Standorten. In der Berechnung wurde im Szenario niedriges Ertragspotential daher ein Ertragsvorteil von 15 % angenommen. Im Beispiel entspricht dies 6 dt/ha Mehrertrag. Im Mittel der Landessortenversuche hat der Hybridroggen ca. 7 % Mehrertrag generiert. Diese 7 % Mehrertrag wurden für die übrigen beiden Szenarien angenommen. In der nachfolgenden Tabelle sind die einzelnen Erträge der Szenarien dargestellt.

Tabelle 8 Erträge in dt/ha für die Szenarien niedriges, mittleres und hohes Ertragspotential

Ertragspotential	Niedrig		Mittel		Hoch	
	Winterweizen	Hybridroggen	Winterweizen	Hybridroggen	Winterweizen	Hybridroggen
Ertrag in dt/ha	40	46	60	64	80	86

Quelle: eigene Darstellung

Die nachfolgende Tabelle stellt die Deckungsbeiträge sowie kalkulatorischen Gewinnbeiträge der Szenarien gegenüber und gibt einen Überblick über die Kosten und Erlöse der Produktionsverfahren. Datengrundlage für die Berechnung sind Standardwerte aus dem Rechenprogramm Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten der LFL Bayern und der Datensammlung Brandenburg 2016. Außerdem wurden eigene Annahmen getroffen.

Als Erzeugerpreise wurden die in Kapitel 5 ermittelten Durchschnittspreise der letzten 14 Jahre für Brotweizen und Brotroggen herangezogen. Unabhängig vom Preisniveau kann bei der Berechnung immer von einem höheren Erzeugerpreis bei Weizen ausgegangen werden. In der Berechnung wurde ein Brotweizenpreis von 16,8 €/dt angenommen. Der Brotroggenpreis liegt in der Rechnung mit 14,9 €/dt, ca. 2 €/dt unter dem des Brotweizens.

Als Datengrundlage für die variablen Kosten wurden Standardwerte aus dem Rechenprogramm Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten der LFL Bayern verwendet, da diese sehr aktuell sind. Die Preise für Betriebsmittel entsprechen dem Durchschnitt der letzten drei Jahre. Für alle Szenarien wurden innerhalb der Kultur gleiche Saatgutkosten zugrunde gelegt. Die Kosten für Hybridroggensaatgut sind aufgrund der aufwändigeren Hybridzüchtung mehr als doppelt so hoch als beim Weizensaatgut. Die Kosten für die Düngung wurden mittels Nährstoffabfuhr der jeweiligen Szenarien berechnet. Der Nährstoffbedarf ist abhängig von der Erntemenge und wurde mit den Reinnährstoffkosten für Stickstoff (0,88 €/kg), Phosphor (0,73 €/kg) und Kali (0,65 €/kg) multipliziert. Auch beim Pflanzenschutz wurden Standardwerte angenommen. Die drei Szenarien unterscheiden sich in der Intensität des Pflanzenschutzes. Mit steigendem Ertragspotential wurde ein Anstieg der Intensität unterstellt. Allgemein liegen die Aufwände bei Düngung und Pflanzenschutz im Weizen über dem des Roggens. Es wurde angenommen, dass keine weiteren Kosten für die Reinigung, Trocknung und Lagerung anfallen. Die Höhe der Kosten für die Hagelversicherung ist zum einen abhängig von der Fruchtart und zum anderen von der zu versichernden Ertragshöhe.

Für die Arbeiterledigungskosten wurde als Grundlage die Ausgabe 2016 der Datensammlung für die betriebswirtschaftliche Bewertung landwirtschaftlicher Produktionsverfahren im Land Brandenburg verwendet, da aufgrund der ähnlichen Struktur der Landwirtschaft zwischen Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern Lohnniveau und Maschinenkosten geeigneter sind als aus der bayerischen Sammlung. Mit steigendem Ertrag nehmen auch die Arbeiterledigungskosten zu. Im Weizenanbau sind die Aufwände generell ein wenig höher als im Roggenanbau.

Bei den Flächenkosten wurden für Mecklenburg-Vorpommern ortstypische Pachtpreise zugrunde gelegt. Die Pachtpreise unterscheiden sich in den Szenarien um jeweils 75 €/ha mit steigendem Ertragspotential. Für die Szenarien wurden Pachtpreise von 150 €/ha, 225 €/ha und 300 €/ha im Szenario mit dem höchsten Ertragspotential angenommen.

Tabelle 9 Vollkostenrechnung für die Produktion von Winterweizen und Hybridroggen für die Szenarien niedriges, mittleres und hohes Ertragspotential

Ertragspotential		Niedrig		Mittel		Hoch	
		Winterweizen	Hybridroggen	Winterweizen	Hybridroggen	Winterweizen	Hybridroggen
Leistungen							
Ertrag	dt/ha	40	46	60	64	80	86
Erzeugerpreis	€/dt	16,8	14,9	16,8	14,9	16,8	14,9
Gesamterlös	€/ha	672	685	1008	954	1344	1281
Direktkosten							
Saatgut	€/ha	75 ¹	152 ¹	75 ¹	152 ¹	75 ¹	152 ¹
Düngemittel	€/ha	112 ¹	107 ¹	168 ¹	147 ¹	224 ¹	198 ¹
Pflanzenschutz	€/ha	99 ¹	79 ¹	152 ¹	107 ¹	230 ¹	148 ¹
Reinigung/Trocknung/Lagerung	€/ha	0	0	0	0	0	0
Hagelversicherung	€/ha	12 ¹	10 ¹	18 ¹	14 ¹	25 ¹	19 ¹
Summe	€/ha	298	348	413	420	554	517
Direktkostenfreie Leistung	€/ha	374	337	595	534	790	764
Arbeiterledigungskosten							
Variable Maschinenkosten	€/ha	85 ²	82 ²	109 ²	106 ²	118 ²	112 ²
Abschreibungen	€/ha	92 ²	87 ²	120 ²	123 ²	132 ²	124 ²
Lohn	€/ha	36 ²	35 ²	44 ²	42 ²	48 ²	44 ²
Zinsansatz	€/ha	10 ²	5 ²	13 ²	12 ²	15 ²	13 ²
Summe Arbeiterledigungskosten	€/ha	223	209	286	283	313	293
weitere Kosten							
Flächenkosten	€/ha	150	150	225	225	300	300
Berufsgenossenschaft	€/ha	8,03 ²					
Summe	€/ha	158,03	158,03	233,03	233,03	308,03	308,03
Gesamtkosten	€/ha	679,03	715,03	932,03	936,03	1175,03	1118
kalkulatorischer Gewinn ohne Prämie	€/ha	-7	-30	76	18	169	163
kalkulatorischer Gewinn mit Prämie	€/ha	248	225	331	273	424	418
Produktionskosten	€/dt	17,0	15,5	15,5	14,6	14,7	13,0

Quelle: ¹⁾ LFL Agrarökonomie (2021), ²⁾ LELF Brandenburg (2016), eigene Berechnungen

Aus Tabelle 9 ergibt sich, dass beide Kulturen im Szenario niedriges Ertragspotential keinen positiven Gewinn erwirtschaften. Betrachtet man zunächst die Gesamterlöse, die sich aus dem Ertrag und Erzeugerpreis berechnen lassen, wird sichtbar, dass der Gesamterlös von Hybridroggen mit 685 €/ha im Szenario niedriges Ertragspotential 13 €/ha über dem des Weizens mit 673 €/ha liegt. In den anderen beiden Szenarien hingegen ist der Gesamterlös des Weizens größer. Weizen erzielt im Szenario mittleres Ertragspotential einen um 54 €/ha größeren Gesamterlös und im Szenario hohes Ertragspotential 63 €/ha.

Betrachtet man nun die Direktkosten wird sichtbar, dass die Kosten für das Hybridsaatgut im Roggenanbau einen wesentlichen Kostenfaktor ausmachen. Die Kosten für Weizen Z-Saatgut liegen deutlich unter dem des Hybridroggens. Die Aufwendungen in der Bestandesführung und Pflege sind hingegen beim Weizen wesentlich höher. Aufgrund des umfangreicheren Nährstoffbedarfs sind die Kosten für die Düngung im Weizen größer. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Kosten im Pflanzenschutz.

Tabelle 10 Übersicht über die Pflanzenschutzkosten

	Winterweizen			Hybridroggen		
	Intensität			Intensität		
	niedrig €/ha	mittel €/ha	hoch €/ha	niedrig €/ha	mittel €/ha	hoch €/ha
Herbizide	47	58	85	40	46	56
Fungizide	46	79	115	32	50	69
Wachstumsregler	6	11	15	8	11	22
Insektizide und sonstiges	0	5	15	0	0	1
Gesamt	99	152	230	79	107	148

Quelle: LFL Agrarökonomie (2021)

Wegen der geringeren Krankheitsanfälligkeit und besseren Unkrautunterdrückung ist der Hybridroggen bei den Aufwendungen im Pflanzenschutz deutlich im Vorteil. Einzig bei den Kosten für Wachstumsregler liegt der Aufwand beim Roggen über dem des Weizens.

Der Gesamterlös abzüglich der variablen Kosten ergibt den Deckungsbeitrag. Die Deckungsbeiträge des Weizenanbaus liegen in allen Szenarien über dem des Roggens. Betrachtet man zusätzlich die fixen Kosten und Arbeitserledigungskosten bestätigt sich dieses Ergebnis. Die Arbeitserledigungskosten sind im Weizenanbau tendenziell höher als im Roggenanbau. Trotzdem kann der Hybridroggen die schlechtere Marktleistung nicht mit den geringeren Produktionskosten ausgleichen. Vergleicht man die kalkulatorischen Gewinne ohne Prämie ergibt sich im Szenario niedriges Ertragspotential im Weizenanbau ein Verlust von 7 €/ha. Der Hybridroggenanbau würde in diesem Beispiel trotz 15 % Mehrertrag einen Verlust von 30 €/ha erzielen. Im Szenario mittleres und hohes Ertragspotential liegen die Gewinne im Winterweizenanbau bei 76 €/ha und 169 €/ha und im Hybridroggenanbau bei 18 €/ha und 163 €/ha. Dabei wird deutlich, dass die Differenz zwischen den Gewinnen mit steigender Intensität abnimmt. Teilt man den Gesamterlös durch die Gesamtkosten so erhält man die Produktionskosten bzw. Gewinnschwelle. Mit steigendem Ertragspotential kann eine Abnahme der Produktionskosten beobachtet werden.

7 Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von GPS-Roggen als Substrat in Biogasanlagen

Eine wichtige Nutzungsmöglichkeit des Roggens ist die Verwendung als Ganzpflanzensilage als Futtermittel in der tierischen Produktion oder Substrat in Biogasanlagen. Um die Konkurrenzfähigkeit zum Mais festzustellen, wurden die Gesamt- sowie die Produktionskosten einschließlich Ernte und Transport frei Silo berechnet und nebeneinandergestellt (Tabelle 11).

Tabelle 11 Berechnung der Produktionskosten von Silomais und GPS-Roggen

		Silo- mais	Roggen- GPS
Leistungen			
Ertrag FM	dt/ha	450	350
Ertrag TM (33 % TS SM und 35 % TS GPS)	dt/ha	149	123
oTM Ertrag	%	95 ¹	95 ¹
Methanertrag je kg oTM	l/ha	338 ¹	329 ¹
Methanertrag je ha	m ³ /ha	4387	3522
Direktkosten			
Saatgut	€/ha	160 ¹	152 ²
Düngemittel	€/ha	105 ¹	65 ¹
Pflanzenschutz	€/ha	116 ²	107 ²
Hagelversicherung	€/ha	26 ²	8 ²
Summe	€/ha	407	332
Arbeiterledigungskosten			
Variable Maschinenkosten	€/ha	585 ¹	410 ¹
Feste Maschinenkosten	€/ha	140 ¹	140 ¹
Lohn	€/ha	71 ³	66 ³
Summe Arbeiterledigungskosten	€/ha	796	616
weitere Kosten			
Flächenkosten	€/ha	225	225
Berufsgenossenschaft	€/ha	8,03 ³	8,03 ³
Summe	€/ha	233,03	233,03
Gesamtkosten	€/ha	1436	1181
Produktionskosten FM	€/dt FM	3,2	3,4
Produktionskosten Methanertrag	€/m ³ Methan	0,33	0,34

Quelle: ¹⁾ LWK NRW (2012), ²⁾ LFL Agrarökonomie (2021), ³⁾ LELF Brandenburg (2016), eigene Berechnungen

Unter normalen Bedingungen ist der Mais deutlich ertragsstärker als GPS-Roggen. Für den Vergleich wurde daher ein Frischmasseertrag von 450 dt/ha bei Silomais und 350 dt/ha bei GPS-Roggen angenommen. Bei einem TM-Gehalt von 33 % bei Silomais entspricht dies einem Trockenmasseertrag von 149 dt/ha bzw. beim Roggen mit einem TM-Gehalt von 35 % 123 dt/ha. Als Datenquelle für den oTM-Ertrag und Methanertrag je kg oTM wurde die Wirtschaftliche Bewertung Nachwachsender Rohstoffe der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen verwendet. Die organische Trockenmasse beschreibt den Anteil eines Stoffes nach vollständigem Entzug von Wasser und aller mineralischer Bestandteile. Aus den beiden Größen und ausgehend vom TM-Ertrag wurde ein Methanertrag von 4387 m³/ha beim Mais und 3522 m³/ha beim Roggen berechnet.

Die Daten für die Direktkosten wurden aus dem Kalkulationsprogramm Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten der LFL Bayern sowie aus der Wirtschaftlichen Bewertung Nachwachsender Rohstoffe der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen entnommen. Für beide Kulturen wurde zugrunde gelegt, dass Hybridsaatgut verwendet worden ist. Zusätzlich wurde in beiden Szenarien eine mittlere Pflanzenschutzintensität angenommen. Insgesamt sind die Direktkosten beim Silomais mit 407 €/ha größer als beim GPS-Roggen mit 332 €/ha.

Datengrundlage für die Maschinenkosten ist die Wirtschaftliche Bewertung Nachwachsender Rohstoffe der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Ernte und Transport frei Silo wurden bei der Berechnung durch ein Lohnunternehmen durchgeführt. Beim Lohn hingegen wurden Werte der Datensammlung Brandenburg verwendet, da diese das Lohnniveau in Mecklenburg-Vorpommern eher darstellen. Insgesamt sind die Arbeitserledigungskosten beim Silomais etwas größer.

Die Pachthöhe entspricht dem Ortsniveau von Mecklenburg-Vorpommern. Es wurde ein Pachtpreis von 225 €/ha angenommen.

Addiert man alle Kosten so erhält man die Gesamtkosten. In der Berechnung ergeben sich für Silomais Gesamtkosten von 1436 €/ha und beim GPS-Roggen von 1181 €/ha. Ausgehend von den Gesamtkosten und dem erbrachten Ertrag entstehen folgende Produktionskosten: 3,2 €/dt FM beim Silomais und 3,4 €/dt beim GPS-Roggen. Bezogen auf den Methanertrag betragen die Produktionskosten für Silomais 0,33 bzw. 0,34 €/m³ Methan bei GPS-Roggen.

8 Preiswürdigkeit von Roggen in der Schweinefütterung

Grenzpreise können eine Entscheidungshilfe bei der Anbauplanung sein oder Auskunft geben, ob Roggen als Zukaufgetreide anderen Getreidearten vorzuziehen ist. Um die Preiswürdigkeit von Roggen im Vergleich zu anderen Getreidearten zu ermitteln, wurden mit Hilfe des Berechnungsprogramms von Kajo Hollmichel vom Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen die Grenzpreise durch die Austauschmethode nach Löhr berechnet (Tabelle 12). Ausgangsbasis sind das Eiweißfuttermittel Sojaschrot mit einem Rohproteingehalt von 43 % und als Energiefuttermittel Gerste mit einem Rohproteingehalt von 11 %. Als wertbestimmende Inhaltsstoffe werden die Energie MJ ME und das dünndarmverdauliche (pcv) Lysin berücksichtigt. Es wurden die Austauschpreise für Roggen mit 9 % Rohprotein, Triticale mit 11 % Rohprotein und Weizen mit 12 % Rohprotein bei Sojaschrotpreisen von 30, 35 und 40 €/dt und Gerstenpreisen von 15, 17 und 19 €/dt ermittelt.

Tabelle 12 Preiswürdigkeit von Roggen, Triticale und Weizen im Vergleich zu Gerste und Sojaschrot

Sojapreis in €/dt	30			35			40		
Gerstenpreis in €/dt	15	17	19	15	17	19	15	17	19
Roggenpreis in €/dt	15,96	18,03	20,10	16,03	18,10	20,17	16,10	18,17	20,24
Triticalepreis in €/dt	16,08	18,22	20,37	16,08	18,23	20,37	16,08	18,23	20,37
Weizenpreis in €/dt	16,58	18,69	20,82	16,65	18,79	20,92	16,75	18,88	21,01

Quelle: eigene Berechnung nach Hollmichel 2017

Aus der Berechnung geht hervor, dass Roggen bei einem Sojapreis von 30 €/dt 0,96 bis 1,10 €/dt mehr kosten darf als Gerste. Gegenüber Triticale muss Roggen 0,12 bis 0,19 €/dt günstiger sein. Weizen darf 0,62 bis 0,72 €/dt mehr kosten. Erhöht sich der Sojapreis bleiben die Austauschpreise auf ähnlichem Niveau. Bei einem Sojapreis von 35 €/dt darf Roggen 1,03 bis 1,17 €/dt mehr kosten als Gerste, muss 0,15 bis 0,20 €/dt günstiger sein als Triticale und 0,62 bis 0,75 €/dt günstiger als Weizen. Erhöht sich der Sojapreis auf 40 €/dt darf Roggen 1,10 bis 1,24 €/dt teurer sein als Gerste. Bei einem Sojapreis von 40 €/dt und Gerste für 15 €/dt ist Triticale mit 16,08 €/dt günstiger. Bei steigendem Gerstenpreis muss Roggen 0,06 bis 0,13 €/dt günstiger sein als Triticale. Im Vergleich zum Weizen muss Roggen 0,65 bis 0,77 €/dt günstiger sein.

9 Diskussion und Empfehlung

Der Pflanzenbau steht vor großen Herausforderungen. Die SWOT-Analyse zeigt klar, wo die Stärken und Schwächen des Roggenanbaus liegen. Seine Stärken beruhen vor allem auf seiner Robustheit gegenüber widrigen Umweltbedingungen. In Hinblick auf die Veränderungen und aktuellen Probleme im Pflanzenbau kann der Roggen eine Alternative darstellen. Bezogen auf die zukünftigen Klimabedingungen ist er aufgrund der besseren Trockenstresstoleranz und seines geringeren Wasserbedarfs deutlich besser als der Weizen geeignet. Außerdem ist er sehr robust gegenüber Kahlfrösten. Die Auswirkungen des Klimawandels waren in den letzten Sommern in Mecklenburg-Vorpommern schon deutlich zu spüren. Aufgrund seiner Eigenschaften und der Ertragsstabilität, welche auch in den Landessortenversuchen bestätigt worden sind, eignet sich der Roggen sehr gut für die vorherrschenden Standortbedingungen in Mecklenburg-Vorpommern.

Zunehmende Restriktionen im Pflanzenschutz und in der Düngung erschweren den Weizenanbau. Insgesamt ist der Roggen deutlich gesünder und besitzt einen geringeren Nährstoffbedarf. Daher ist er davon weniger stark betroffen und könnte einen Beitrag leisten, um den Weizenanteil innerhalb der Fruchtfolge zu reduzieren, wovon auch der Weizen profitieren würde. Mit der Umsetzung der Farm-to-Fork Strategie ist mit weiteren Einschränkungen zu rechnen.

Die größte Schwäche des Roggens ist nach wie vor seine Anfälligkeit gegenüber Mutterkorn. Zwar gibt es schon deutlich weniger anfälligere Sorten, aber noch keine Resistenz. Dies erfordert pflanzenbauliche Maßnahmen, um das Risiko weitestgehend gering zu halten. Noch 2021 ist ein Absenken der Grenzwerte für Mutterkorn geplant. Damit wird das Management zunehmend wichtiger und eine Reinigung und Siebung der Ware bei den Abnehmern könnten zu steigenden Kosten führen. Relevant sind vor allem die Auswahl weniger anfälliger Sorten, die Etablierung homogener Bestände für eine einheitliche Blühdauer und die Bekämpfung von Ungräsern um sie als Zwischenwirte auszuschließen. Ein weiterer Schwachpunkt liegt immer noch im langen Halm. Aus pflanzenphysiologischer Sicht ist dieser bedeutsam, führt aber zu einer erhöhten Lageranfälligkeit und erschwert den Mähdrusch und das anschließende Strohmanagement.

Der Anbauumfang des Roggens könnte vom weiteren Wachstum der Ökofläche profitieren. Schon heute hat der Ökolandbau einen großen Stellenwert in Deutschland. Zukünftig wird der Anteil an Biolandwirtschaft noch zunehmen. Ziel der Farm-to-Fork Strategie ist es, bis 2030

ein Viertel der Fläche der Europäischen Union ökologisch zu bewirtschaften. Allerdings muss auch die Nachfrage weiterwachsen, um eine Ausweitung am Markt vorbei zu verhindern. Die SWOT-Analyse hat gezeigt, dass dies eine große Chance für den Roggenanbau ergibt. Anders als der Weizen erreicht der Roggen seine Backfähigkeit auch bei geringer N-Zufuhr und ist aufgrund seiner Unkrautunterdrückung und Striegeleignung gut im ökologischen Landbau einsetzbar.

Wichtige Abnehmer für GPS-Getreide waren bisher Biogasanlagen und Milchviehbetriebe. Kritisch zu betrachten ist der Wegfall der Mindestvergütung in Folge der Novellierung des EEG. Der Wegfall könnte in einigen Regionen zur Stilllegung einiger Biogasanlagen führen und damit Auswirkungen auf die Nachfrage haben. Bei größeren Anlagen wie in Mecklenburg-Vorpommern vorkommend ist mit einem großflächigen Stilllegen meiner Meinung nach nicht zu rechnen. Auch schlechte Milchpreise könnten zu einer zukünftig geringeren Nachfrage für GPS-Silage führen.

Betrachtet man die langfristige Preisentwicklung, so wird sichtbar, dass der Roggen knapp 2 €/dt im Preisnachteil gegenüber Brotweizen ist und ca. 0,9 €/dt gegenüber Futterweizen. Um auch aus ökonomischer Sicht eine Alternative zu sein, muss der Roggen diesen Nachteil durch einen höheren Ertrag und geringere Kosten ausgleichen. In der ökonomischen Betrachtung wurden die ermittelten Erzeugerpreise angenommen. Die Vollkostenrechnung für Roggen und Weizen hat gezeigt, dass der Weizenanbau in allen Szenarien ökonomischer ist. Auch auf einem leichten Standort konnte der Roggen bei einem Ertragsvorteil von 15 % keinen höheren Gewinn als der Weizen einfahren. Dies sollte jedoch ebenso betriebsindividuell geprüft werden. Praktiker berichten häufig von noch größeren Ertragsunterschieden als in der Berechnung angenommen und dann könnte der Hybridroggenanbau auf leichten und trockenen Standorten möglicherweise ökonomischer sein. Die Berechnung hat gleichfalls gezeigt, dass das Hybridsaatgut ein wesentlicher Kostenfaktor ist. Die Aufwände im Pflanzenschutz und in der Düngung sind jedoch deutlich geringer. Aufgrund sich entwickelnder Resistenzen und des Auftretens von Problemungräsern werden die Kosten im Pflanzenschutz des Weizens vielerorts noch steigen. Auch aus diesen Gründen kann der Roggen eine Alternative bilden, um den Problemen in der Düngung und im Pflanzenschutz entgegenzuwirken. Bei derzeit guten Weizenpreisen und einem Preisunterschied von ca. 2 €/dt hat es der Roggen schwer, ökonomisch konkurrenzfähig mit dem Weizen zu sein. Aktuell liegen die Weizenpreise sogar deutlich über dem langfristigen Durchschnitt, was klar für die Ökonomie des Weizenanbaus spricht. Die Chance des Roggens könnte aber darin bestehen, den ertraglich deutlich

schlechteren und mit höheren Kosten verbundenen Stoppelweizenanbau zu ersetzen. Vor allem in Regionen mit zunehmenden Problemen im Weizenanbau könnte der Roggen helfen den Weizenanteil zu senken.

Vergleicht man die Gesamtkosten des Silomaisanbaus mit denen des GPS-Roggens wird sichtbar, dass Silomais zwar die wirtschaftlichere Kultur ist, aber die Produktionskosten nicht weit auseinanderliegen. Bei absehbarem Futtermangel kann bei Roggen auch kurzfristig entschieden werden, ob er gedroschen oder gehäckselt wird. Daher kann er in Regionen mit einer hohen Dichte an Biogasanlagen und Milchviehbetrieben mit hoher Nachfrage an Silage eine Alternative sein, um die Futterlücke zu schließen. Ein anschließender Anbau von Zweitfruchtmais ist ebenfalls möglich. Interessant ist GPS-Roggen außerdem, weil er frühräumend ist und Arbeitsspitzen entzerrt. Der große Vorteil des Maisanbaus liegt dennoch in seinem deutlich höheren Flächenertrag.

Die SWOT-Analyse hat gezeigt, dass Roggen sehr positive Eigenschaften bezogen auf die Gesundheit und das Tierwohl von Schweinen aufweist. Zukünftig wird der Roggen daher wohl an Bedeutung in der Fütterung gewinnen. Auch hier müssen Anbauer großen Wert auf das Mutterkornmanagement legen, um hochwertiges und mutterkornfreies Futter zu erzeugen. In Tabelle 12 wurde die Preiswürdigkeit von Getreidefuttermitteln in der Schweinemast ermittelt. Sie kann eine Entscheidungshilfe bei der Auswahl und Anbauplanung sein. Bei den verschiedenen Szenarien hat sich gezeigt, dass Roggen bei unterschiedlichen Gersten und Sojapreise zwischen 0,62 €/dt bis 0,77 €/dt günstiger als Weizen sein muss, gegenüber Gerste nicht mehr als 0,96 €/dt bis 1,24 €/dt und 0,12 €/dt bis 0,19 €/dt günstiger sein muss als Triticale. Von den günstigen Roggenpreisen können Schweinehalter profitieren und somit ihre Futterkosten senken.

Aufgrund der größeren Nachfrage wird der Roggen den Weizenanbau nie verdrängen können. Auf leichten Standorten und in Regionen mit Trockenheit kann der Roggenanbau jedoch empfehlenswert sein. Aufgrund seiner Eigenschaften kann er einen deutlich höheren Ertrag erzielen. Zwar konnte der Roggen auf diesen Standorten keinen höheren Gewinn erwirtschaften, jedoch sollte dies betriebsindividuell geprüft werden. Aber auch in Regionen, die mit sehr hohen Kosten hinsichtlich des Pflanzenschutzes von Weizen verbunden sind, könnte der Anbau von Roggen statt Stoppelweizen empfehlenswert sein, wovon ebenso der Weizen profitieren könnte. Auf der anderen Seite muss es aber Ziel der Betriebe sein, weitere Blattfrüchte anzubauen, um den Getreideanteil und damit Probleme gegenüber Ungräsern zu minimieren.

10 Zusammenfassung

Der Pflanzenbau in Deutschland steht vor großen Herausforderungen. Klimawandel, Einschränkungen bei der Düngung und im Pflanzenschutz und zunehmende Probleme mit Resistenzen stehen im Fokus. Insbesondere die anbaustärkste Kultur, der Weizen leidet unter diesen Bedingungen und verliert bundesweit an Anbaufläche. Auch in Mecklenburg-Vorpommern bestätigt sich dieser Trend. Eine sehr robuste Kultur ist der Roggen. Daher stellt sich die Frage, ob er eine Alternative zum Weizenanbau ist.

Einstig war Roggen die flächenmäßig wichtigste Kultur in Deutschland. 2020 wurde Roggen auf einer Fläche von 634.000 ha in Deutschland angebaut. Im Vergleich dazu betrug die Weizenanbaufläche 2020 2,83 Mio. ha. 80 % des Roggens werden im sogenannten Roggengürtel angebaut, welcher sich von Nordwestniedersachsen über die Altmark bis nach Brandenburg erstreckt. Die Verwendungsmöglichkeiten des Roggens sind vielseitig. Er wird als Brot- und Futtergetreide genutzt und ist ein wichtiger nachwachsender Rohstoff für die energetische Erzeugung.

Die Stärken des Roggens liegen vor allem in seiner Robustheit. Er zeichnet sich unter anderem durch eine gute Toleranz gegenüber Trockenstress, Nährstoffmangel und Frost aus. Außerdem handelt es sich um eine sehr gesunde Kultur und kommt daher mit wenig Pflanzenschutz aus. Die größten Schwächen liegen in der Lageranfälligkeit und in der Anfälligkeit für Mutterkorn. Vorbeugungsmaßnahmen gegenüber Mutterkorn sind unerlässlich beim Anbau. Von den zukünftigen Herausforderungen könnte der Roggen profitieren, da er diese besser kompensiert als der Weizen. Da er sich auch hervorragend für den Ökolandbau eignet, könnte seine Anbaufläche von einer Ausweitung profitieren. Kritisch zu betrachten ist die Absenkung der Grenzwerte für Mutterkorn, welche zu steigenden Reinigungskosten bei den Landwirten führen könnte oder sogar dazu, dass Ware vom Handel nicht abgenommen wird. Durch die Novellierung des EEG haben sich die Bedingungen für viele Biogasanlagen verschlechtert. Daher besteht das Risiko, dass wichtige Abnehmer wegfallen und die Nachfrage für Roggensilage sinkt.

Aufgrund seiner Robustheit und Eigenschaften kann der Roggen eine alternative Kultur zum Weizenanbau sein. Allerdings muss er sich auch ökonomisch mit diesem messen können. Der langfristige Preisunterschied zwischen dem Brotweizen und dem Brotroggen liegt bei 2 €/dt. Diese Differenz müsste der Roggen durch einen höheren Ertrag und geringere Kosten ausgleichen. In einer Berechnung für verschiedene Szenarien, welche einzelne Standorte mit

unterschiedlichem Ertragspotential in Mecklenburg-Vorpommern darstellen, war der Weizenanbau trotz deutlich geringerer Aufwände in der Düngung und im Pflanzenschutz ökonomischer. Allerdings könnte der Roggen eine Alternative zum in der Regel viel ertragsschwächeren und mit höheren Kosten verbundenen Stoppelweizen sein und damit einen Beitrag leisten den Weizenanteil in der Fruchtfolge zu senken. Die Berechnung zeigt die ungefähre Wirtschaftlichkeit. Dennoch sollte sie betriebsindividuell geprüft werden.

Im Vergleich zum Silomaisanbau liegen die Produktionskosten für Roggen nur leicht höher. Allerdings ist der Flächenertrag beim Silomais deutlich größer. Trotzdem lohnt sich der Anbau von GPS-Roggen, wenn ein hoher Bedarf an Silage besteht. In Trockenjahren und in Regionen mit großer Nachfrage kann er dabei helfen die Futterlücke zu schließen.

Die SWOT-Analyse hat auch gezeigt, dass Roggen positive Auswirkungen auf die Tiergesundheit von Schweinen und damit auf das Tierwohl hat. Da Roggen ein sehr günstiges Futtermittel ist, können unter günstigen Bedingungen Futterkosten gespart werden. Eine Entscheidungshilfe geben die berechneten Grenzpreise für Getreidefuttermittel.

Quellenverzeichnis

AMI. (2021): Datensammlung Getreide (Preisinformationen). Bonn.

BMEL. (2019): Ackerbaustrategie 2035. Perspektiven für einen produktiven und vielfältigen Pflanzenbau. Berlin. S. 44

Bröker, M. (2020): Renaissance des Roggens. top agrar Hybridroggen Spezial. S. 4-5

Christen, O. (2009): Winterweizen. Das Handbuch für Profis. 1. Auflage. Frankfurt am Main, DLG-Verlag. S.7-11.

Dabbert, S. und Braun, J. (2006): Landwirtschaftliche Betriebslehre. Grundwissen Bachelor. 1. Auflage. Stuttgart. Verlag Eugen Ulmer. S. 252-253

Destatis. (2020): Anbauflächen, Hektarerträge und Erntemengen ausgewählter Anbaukulturen im Zeitvergleich. Online Abgerufen am 02.06.2021 von:
<https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Feldfruechte-Gruenland/Tabellen/liste-feldfruechte-zeitreihe.html>

Deutscher Bauernverband. (2020): Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft. Online Abgerufen am 02.06.2021 von:
<https://www.bauernverband.de/topartikel/die-auswirkungen-des-klimawandels-auf-die-landwirtschaft>.

Diepenbrock, W. , Ellmer, F. und Léon, J. (2016): Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. 4. Auflage. Stuttgart. Verlag Eugen Ulmer. S.181-183

DLG. (2017): Ackerbau zukunftsfähig gestalten. 2. Auflage. Frankfurt am Main, DLG-Verlag. S. 10

Domnick, K. (2020): Roggen – viel Ballaststoffe und Vitamine top agrar Hybridroggen Spezial. S. 5

- Hogrefe, G. (2020):** Düngeverordnung: Stoppelweizen fliegt aus dem Anbau. Online Abgerufen am 02.06.2021 von:
<https://www.landundforst.de/landwirtschaft/pflanze/duengeverordnung-stoppelweizen-fliegt-anbau-561610>
- Husman, D. (2021):** Grenzstandorte: Mehr Effizienz durch Hybridroggen?. Praxisnah. 2/2021. S.8
- KWS. (2021):** Vergleich Getreidearten LSV 2011 – 2019. Online Abgerufen am 02.06.2021 von: <https://www.kws.com/de/de/produkte/getreide/news/ertragsvergleich-getreidearten-lsv-2011-2019/>
- KWS. (o.D.):** Hybridroggen sorgt für Stabilität in modernen Fruchtfolgen. Online Abgerufen am 02.06.2021 von:
<https://www.kws.com/de/de/produkte/getreide/roggen/hybridroggen-sorgt-fuer-stabilitaet-in-modernen-fruchtfolgen/>
- KWS. (o.D.):** Winterweizen. Ertragsstark, vielseitig, fortschrittlich. Online Abgerufen am 02.06.2021 von:
<https://www.kws.com/de/de/produkte/getreide/weizen/weizenschaubild/>
- Koop, S. (2010):** Spitzenerträge zu Tiefstpreisen. Online Abgerufen am 11.06.2021 von:
<https://www.praxisnah.de/index.cfm/article/5565.html>
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. (2012):** Wirtschaftliche Bewertung der Kulturen. Online Abgerufen am 08.06.2021 von
<https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/nawaro/wirtschaftlichkeit.htm>
- LELF Brandenburg. (2016):** Datensammlung für die betriebswirtschaftliche Bewertung landwirtschaftlicher Produktionsverfahren im Land Brandenburg
- LELF Brandenburg. (2020):** Sortenratgeber 2020/2021. Winterroggen und Wintertriticale

- LfL Bayern. (2021):** LfL Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten. Online Abgerufen am 08.06.2021 von <https://www.stmelf.bayern.de/idb/default.html>
- Miedaner, T. (2013):** Roggenanbau. Ein erfolgreiche Alternative. 1. Auflage. Frankfurt am Main, DLG-Verlag. S. 6, S. 16-20.
- Miedaner, T. (2014):** Kulturpflanzen. Botanik - Geschichte – Perspektiven. Berlin. Springer Spektrum. S. 52-53
- Roggenforum e.V. (2007):** Roggen. Getreide mit Zukunft!. Frankfurt am Main. DLG-Verlag. S. 7
- Rohlmann, A. (2020):** Welche Ziele verfolgt die Hybridroggenzüchtung?. top agrar Hybridroggen Spezial. S. 6-7
- Rohlmann, A. (2020):** Hybridroggen zeigt, was er kann. top agrar Hybridroggen Spezial. S. 8-9
- Saaten Union. (o.D.):** Mit gezielter Roggenfütterung das Tierwohl verbessern. Online Abgerufen am 02.06.2021 von: <https://www.saaten-union.de/index.cfm?m=facts&id=9878>.
- SKW Piesteritz (2020):** Pflanzenbauhinweise Winterroggen. Hohe Erträge mit abgestimmter Düngestrategie. S. 28-31
- VELA (2014):** Landwirtschaftlicher Pflanzenbau. 13. Auflage. München. BLV Buchverlag. S. 485
- Weber (2019):** Schweine aktuell: Roggen in der Schweinefütterung. Bauernblatt 41/2019. S.32-33

Eidesstattliche Erklärung

Ich, Janek Brandt, erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Masterthesis mit dem Thema „Anbau von Roggen als Alternative zu Weizen in Mecklenburg-Vorpommern“ selbstständig und ohne Benutzung anderer als angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher und ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Ort, Datum

Unterschrift: