

15.03.2018

Aus dem Endbericht des Forschungsprojekt „Optimierte Pflanzenbausysteme für nachhaltige und klimafreundliche Biogasfruchtfolgen“ (K/11/09)

Teilprojekt 3: Optimierung der Produktionstechnik von Getreide Ganzpflanzensilage für die Biogasproduktion

Getreide mit der Nutzung als Ganzpflanzensilage (GPS) gehört längst zu den etablierten Verfahren in der Erzeugung von Rohstoffen für den Biogasprozess. Nach Silomais, der bedingt durch sein hohes Ertragspotential und seine gute Vergärbarkeit die Substratproduktion dominiert, werden am zweit- und dritthäufigsten Gras- und Getreide-Ganzpflanzensilage in der Biogasproduktion eingesetzt. Im Gegensatz zu vielen neuen Kulturen, die durchaus ihre Potentiale haben, jedoch in den verschiedensten Bereichen noch Forschungsbedarf zeigen, ist die Produktionstechnik bei Getreide bekannt und die Mechanisierung auf den Betrieben vorhanden. Auch wenn der Ertrag von Getreide hinter dem von Mais steht, so bietet dessen Anbau viele pflanzenbauliche Vorteile. Die Winterbegrünung bietet Schutz vor Nährstoffauswaschung und Erosion. Eine Gärrestverwertung ist im Gegensatz zum Mais im Herbst und Frühjahr möglich. Zudem lassen sich die verschiedenen Getreidearten vielfältig in die Fruchtfolge integrieren und lockern diese auf.

Im Rahmen dieses Teilprojektes sollte mit Feldversuchen die Effizienz unterschiedlicher Anbausysteme mit Getreide GPS gesteigert werden.

1.1 Versuch Untersaaten

Die Etablierung von Untersaaten in Getreidebeständen ist ein Verfahren, das in der Praxis insbesondere im ökologischen Anbau verbreitet ist. Aber auch für Biogasbetriebe kann dieses System aufgrund seines effizienten und nachhaltigen Charakters sehr interessant sein und findet in der Praxis auch zunehmend Anklang.

Vorangegangene Versuche haben gezeigt, dass der Roggenanbau mit integrierter Weidelgras-Untersaat sehr gute Erträge liefert. Die Untersaat führt hier zwar zu einer Ertragsreduktion des Getreides (10-20 dt TM/ha), jedoch kann die Weidelgras-Untersaat dieses Ertragsdefizit nicht nur kompensieren sondern sogar in der Summe für wesentliche Mehrerträge sorgen. Abhängig vom Standort kann durch das Weidelgras bei einer 2-4 Schnitt-Nutzung ein Ertrag von 60-120 dt/ha erwirtschaftet werden. Damit sind im Mittel in der Summe 80 % des reinen Maisertrages möglich. Auf Standorten mit einer guten Wasserversorgung können die Erträge bei über 90% verglichen mit den Maiserträgen liegen. Zudem können in schlechten „Maisjahren“ und bei langanhaltenden ungünstigen Witterungsverhältnissen durch Getreide-

de-GPS-Systeme mit Untersaaten sogar gleiche oder höhere Erträge als ein vergleichbares Mais-Anbausystem erzielt werden.

Nicht nur der Ertrag sondern auch vielfältige Anbaumöglichkeiten wie Untersaaten, Zwischen- und Zweitfrüchte sowie viele ökologische Vorteile machen Getreide-GPS-Anbausysteme sehr interessant. So können Ertragsrisiken durch eine Anbaudiversifizierung minimiert werden, was eine effiziente und nachhaltige Substratproduktion ermöglicht. In erster Linie kann durch eine Untersaat und die damit verbundene permanente Bodenbedeckung eine Reduktion von Erosion und Nährstoffauswaschung erfolgen, dies ist vor allem über den Winter sehr wichtig. Im Frühjahr sowie in der gesamten Vegetationsperiode ist die Unkrautunterdrückung durch einen dichten Grasbestand gegeben, daraus resultiert eine Reduktion des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln. Untersaaten haben zudem direkte positive Auswirkungen auf den Boden. Neben dem Aufbau von Humus, welcher wiederum Wasser- und Nährstoffe speichert und auch positiv zur Erosions- und Nährstoffauswaschungsproblematik beiträgt, kann auch das Bodenleben verbessert werden. Zudem kann bei Untersaaten mit Anteilen an Leguminosen Stickstoff im Boden fixiert werden. Der fixierte Stickstoff steht der Folgekultur zur Verfügung, sodass im nächsten Anbaujahr die Stickstoffdüngung reduziert werden kann. Des Weiteren kann durch Untersaaten eine Bodenlockerung erfolgen und sich zugleich die Befahrbarkeit der Flächen verbessern. Letzteres ist gerade im Frühjahr bei nasser und kalter Witterung von Vorteil um Verschlammung und Verdichtungen im Boden zu verhindern.

Im Vergleich zu Blanksaaten von Weidelgras oder anderen Ackerfuttermischungen besteht bei der Untersaat kein Ansaatrisiko durch äußere Faktoren wie etwa der Witterung und der Bestand ist bereits bei der GPS-Ernte der Deckfrucht etabliert. Zudem wird ein weiterer Arbeitsgang eingespart. Versuche haben gezeigt, dass Untersaaten einen Entwicklungsvorsprung von 2-4 Wochen haben und somit ein Mehrertrag eines ganzen Schnittes möglich ist.

Aufgrund der durchaus hohen Erträge und vieler ökologischer Vorteile stellt ein solches Anbausystem durchaus eine Alternative zum Anbau von Mais dar. Es findet seine Berechtigung auch aufgrund einer besseren Ertragsstabilität bei ungünstigen Witterungsverhältnissen. Durch die frühzeitige Ernte des Getreide-GPS kann einer witterungsbedingten Sommertrockenheit ausgewichen werden. Zudem kann durch die Etablierung verschiedener Arten und derer zeitlich versetzter Entwicklungsstadien eine Ertragskompensation bei ungünstigen Witterungsverhältnissen stattfinden. Gerade eine Auflockerung von maisbetonten Fruchtfolgen kann sowohl den Schädlings- als auch Krankheits- und Unkrautdruck maßgebend reduzieren und zur Biodiversität beitragen.

Durch die häufige Schnittnutzung der Untersaaten ergibt sich auch eine gute Möglichkeit der Gärrestverwertung. Weiterhin wird auch politischen und gesetzlichen Neuerungen Rechnung getragen, wie etwa dem EEG 2017, welches eine sukzessive Reduktion des Maisanteils in der Biogasanlage vorsieht. So ist ab dem 01.01.2017 ein Maisanteil von nur noch 50%, bezogen auf die Masse, erlaubt (ausgenommen nicht ausschreibungspflichtige Anlagen).

Im Rahmen dieses Projektes sollte die Effizienz des Verfahrens gesteigert und die Produktionstechnik optimiert werden. Neben der Wahl verschiedener Deckfrüchte (Wintertriticale, Winterroggen, Wintergerste, Sommergerste, Mais) und Saatzeitpunkte (Getreide: Herbst-, Frühjahrs-, Blanksaat; Mais: 3-Blatt-, 5-Blatt-Stadium) wurden auch verschiedene Ackerfuttermischungen (Luzernengras, Klee gras, Weidelgräser) getestet. Die Nutzung erfolgte über 2 Jahre. Die hohe Anzahl der vielen Versuchsfaktoren ließ den Versuch sehr komplex, umfangreich und arbeitsintensiv werden.

Da an der LfL bereits Erfahrungen mit dem Anbausystem vorlagen, war es gewünscht die Versuchsplanung in das Verbundvorhaben „EVA“ zu integrieren. Das FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) finanzierte Projekt „EVA“ bearbeitete in einem bundesweiten Forschungsverbund in drei Projektphasen von 2005 bis 2015 den Themenkomplex „Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen

für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands“. Dies ermöglichte die Bearbeitung erweiterter Fragestellungen. Bundesweit wurde der Versuch in reduzierter Ausführung an 10 weiteren Standorten in 5 Bundesländern umgesetzt. Zusätzlicher Standort in Bayern war der vom TFZ (Technologie und Förderzentrum) betreute Standort Ascha am Rande des Bayerischen Waldes. Auswertungen und Veröffentlichungen wurden teilweise in Zusammenarbeit mit dem TFZ erarbeitet.

1.1.1 Material und Methoden

Der Versuch zu den Ackerfuttermischungen wurde am Standort Grub (Tabelle 1) durchgeführt, welcher in der Münchener Schotterebene liegt.

Tabelle 1: Standortcharakteristika des Versuchsstandortes Grub

Standortmerkmale	Grub
Gemeinde (Landkreis)	Poing (Ebersberg)
Höhenlage	525°m über NN
Ø Jahrestemperatur 1)	8,9 °C
Ø Jahresniederschlag 1)	857 mm
Bodentyp	Braunerde auf Münchener Schotterebene
Bodenart	sandiger Lehm
Ackerzahl	41-56

1) langjährige Jahresmittelwerte (Agrarmeteorologie Bayern)

Der Versuch besteht aus einer einfaktoriellen Blockanlage mit insgesamt 29 Varianten. Abgesehen von der Getreideart als Deckfrucht (Winterroggen, Wintertriticale, Wintergerste, Sommergerste, Mais) wurden verschiedene Ackerfuttermischungen als Untersaaten bzw. Blanksaaten (Luzernegras: FM3K, Klee gras: FM4K, Weidelgrasmischung: Bastard- + Welsches Weidelgras) sowie unterschiedliche Einsaatvarianten (Getreide: Frühjahrsansaat, Herbstansaat, Blanksaat; Mais: 3-Blatt-Stadium, 5-Blatt-Stadium) geprüft. In folgender Tabelle sind alle Varianten aufgelistet (Tabelle 2). Die einzelnen Ackerfuttermischungen sind standardisiert, geprüft und können als bayerische Qualitätssaatgutmischungen für den Feldfutterbau bereits fertig im Handel erworben werden. Beschreibungen der Zusammensetzungen sind der „Bayerische Qualitätssaatgutmischungen für Grünland und Feldfutterbau 2017“ zu entnehmen.

Tabelle 2: Versuchs - Varianten

Vgl	Variante	Deckfrucht	Saatverfahren
1	Kleegras	keine	Blanksaat
2	Luzernengras	keine	Blanksaat
3	Welsches + Bastardweidelgras	keine	Blanksaat
4	Kleegras	Mais	im 3-Blatt-Stadium
5	Luzernengras	Mais	im 3-Blatt-Stadium
6	Welsches + Bastardweidelgras	Mais	im 3-Blatt-Stadium
7	Kleegras	Mais	im 5-Blatt-Stadium
8	Luzernengras	Mais	im 5-Blatt-Stadium
9	Welsches + Bastardweidelgras	Mais	im 5-Blatt-Stadium
10	-	Mais (Referenz)	-
11	-	Winterroggen (Referenz)	-
12	Kleegras	Winterroggen	Herbstansaat mit Getreide
13	Luzernengras	Winterroggen	Herbstansaat mit Getreide
14	Welsches + Bastardweidelgras	Winterroggen	Herbstansaat mit Getreide
15	Kleegras	Winterroggen	Frühjahrsansaat
16	Luzernengras	Winterroggen	Frühjahrsansaat
17	Welsches + Bastardweidelgras	Winterroggen	Frühjahrsansaat
18	Kleegras	Winterroggen	Blanksaat in GPS
19	Luzernengras	Winterroggen	Blanksaat in GPS
20	Welsches + Bastardweidelgras	Winterroggen	Blanksaat in GPS
21	Luzernengras	Wintertriticale	Herbstansaat mit Getreide
22	Luzernengras	Wintertriticale	Frühjahrsansaat
23	Luzernengras	Wintertriticale	Blanksaat

24	-	Wintertriticale (Referenz)	-
25	Luzernengras	Wintergerste-GPS	Herbstansaat mit Getreide
26	Luzernengras	Wintergerste-GPS	Frühjahrsansaat
27	-	Wintergerste (Referenz)	
28	Luzernengras	Sommergerste-GPS	Frühjahrsansaat
29	-	Sommergerste (Referenz)	-

Der Versuch wurde in drei Rotationen unterteilt um Jahreseffekte auszuschließen. Die erste Rotation wurde 2012 angelegt und lief bis 2014. Die zweite Rotation lief von 2013 bis 2015, die dritte von 2014 bis 2016. Die Untersaaten wurden innerhalb der Rotationen jeweils zu den bereits genannten verschiedenen Zeitpunkten gesät. Die Aussaat und Beerntung in den einzelnen Rotationen wurde standort- und witterungs-angepasst vorgenommen. Eine Rotation umfasst dabei die Ansaat der Deckfrucht (Wintergetreide im Herbst; Sommergetreide, Mais im Frühjahr), die Ansaat der Ackerfuttermischungen als Untersaaten zu den jeweiligen Terminen bzw. bei Wintergetreide zusätzlich auch als Blanksaat nach der Getreide-GPS-Ernte sowie das komplette darauffolgende Jahr mit der Nutzung des etablierten Ackerfuterbestands.

Das Wintergetreide als Deckfrucht wurde im Herbst gesät und anschließend mit einer Cambridgewalze angeedrückt. Die Untersaaten zum Herbst wurden bei einer weiteren Überfahrt über das bereits gesäte Getreide gelegt. Zur Frühjahrs-Untersaat in das Wintergetreide wurde der Boden vorher mit dem Striegel aufgeraut. Das Sommergetreide sowie der Mais wurden im Frühjahr gesät. Vor der Untersaat wurde ebenfalls nochmals gestriegelt. Die Ernte wurde nur bei ausreichend vorhandener Biomasse auf dem Feld durchgeführt, einige Ernten der Ackerfuttermischungen sind dabei eher als Schröpfungsschnitte zu werten.

Die Düngung erfolgte ortsüblich optimal und Pflanzenschutzmittel wurden nach guter fachlicher Praxis eingesetzt. Die Wintergetreide-Bestände wurden in zwei Gaben mit ASS im zeitigen Frühjahr und zu Beginn des Schossens im Mai gedüngt. Nach Auflauf des Getreides im Herbst wurde noch eine Herbizidbehandlung, allerdings nur in den Parzellen ohne Untersaaten, durchgeführt. In den Parzellen mit Untersaaten wurde die Saatmenge der Deckfrüchte auf 2/3 reduziert und es erfolgte keine Herbizidanwendung. Während des Vegetationszeitraumes wurden mehrere Bonituren durchgeführt. Unter anderem eine Erfassung von Mängeln nach Auflauf sowie vor und nach Winter, von Krankheiten, Lager, Wuchshöhe und Bestandsdichte sowie Deckungsgrad und Ertraganteile der einzelnen Komponenten.

Alle Versuchsjahre zeichneten sich durch ein wechselhaftes Winterwetter mit Minusgraden, Frost und Schnee aber auch zweistelligen Plusgraden und Sonnenschein aus. Auch die Witterungsverhältnisse im Frühjahr und Sommer waren sehr wechselhaft. Unregelmäßige Niederschläge mit Starkregenereignissen sowie langanhaltende Trockenphasen machten es schwer, Bestandspflegemaßnahmen zeitgerecht durchzuführen und führten in einigen Fällen zu Schäden an den Pflanzen sowie Trockenstress und Notreife.

1.1.2 Ergebnisse und Diskussion

Folgende Ergebnisse sind Mittelwerte der Erträge aller drei Rotationen. Es wird jeweils das Anbaujahr sowie das Folgejahr sowie teilweise beide Jahre summiert in eigenen Abbildungen dargestellt. Die Erträge der Deckfrucht sowie aller einzelnen Schnitte der Untersaaten werden summiert in einem Balkendiagramm aufgezeigt. Die Zusammensetzung der Aufwüchse wird nach Ertragsanteile (in %) dargestellt. In diesen Graphiken sind alle Aufwüchse der Ackerfuttermischungen des Anbaujahrs sowie des Folgejahres von links nach rechts angezeigt, jedem einzelnen Aufwuchs wird ein Balken mit der dazugehörigen Zusammensetzung zugeordnet. Die Ackerfuttermischung Welsches Weidelgras mit Bastard Weidelgras wies nur bei einer Frühjahrsansaat sowie im Mais erhöhte Unkrautanteile auf, welche in Extremfällen bis zu 20% ausmachten. Für die später folgenden Betrachtungen der Ertragsanteile wurden die Grasmischungen deshalb nicht dargestellt.

Saatzeitpunkt im Getreide

Der Saatzeitpunkt ist ein entscheidender Faktor für den Ertrag sowie die Verunkrautung. Im Vergleich der drei Saatzeitpunkte der Untersaaten im Anbausystem Roggen waren die Gesamterträge bei einer Etablierung im Herbst mit 150-170 dt TM/ha am höchsten (*Abbildung 1*). Vor allem durch die Mischung aus Welschem Weidelgras und Bastard Weidelgras (WW + BW) konnten mit über 170 dt TM/ha sehr gute Gesamterträge erzielt werden.

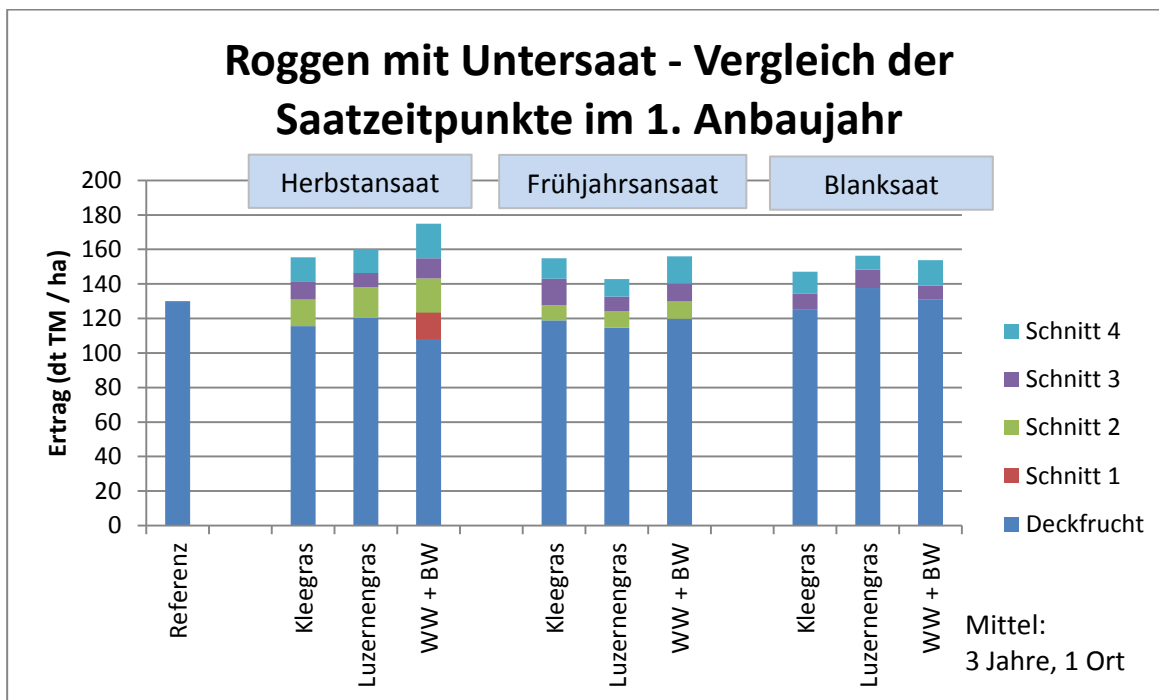


Abbildung 1: Erträge im Anbausystem Roggen im Vergleich der einzelnen Saatzeitpunkte im 1. Anbaujahr

Im Folgejahr lieferten die als Blanksaat nach der GPS-Ernte gesäten Ackerfuttermischungen die höchsten Erträge mit über 230 dt TM/ha, gefolgt von den Beständen der Frühjahrsansaat und der Herbstansaat (*Abbildung 2*). Bei der Herbstansaat sowie Blanksaat lagen die Weidelgras- und Luzernengrasmischung im Ertrag vor Kleegras.

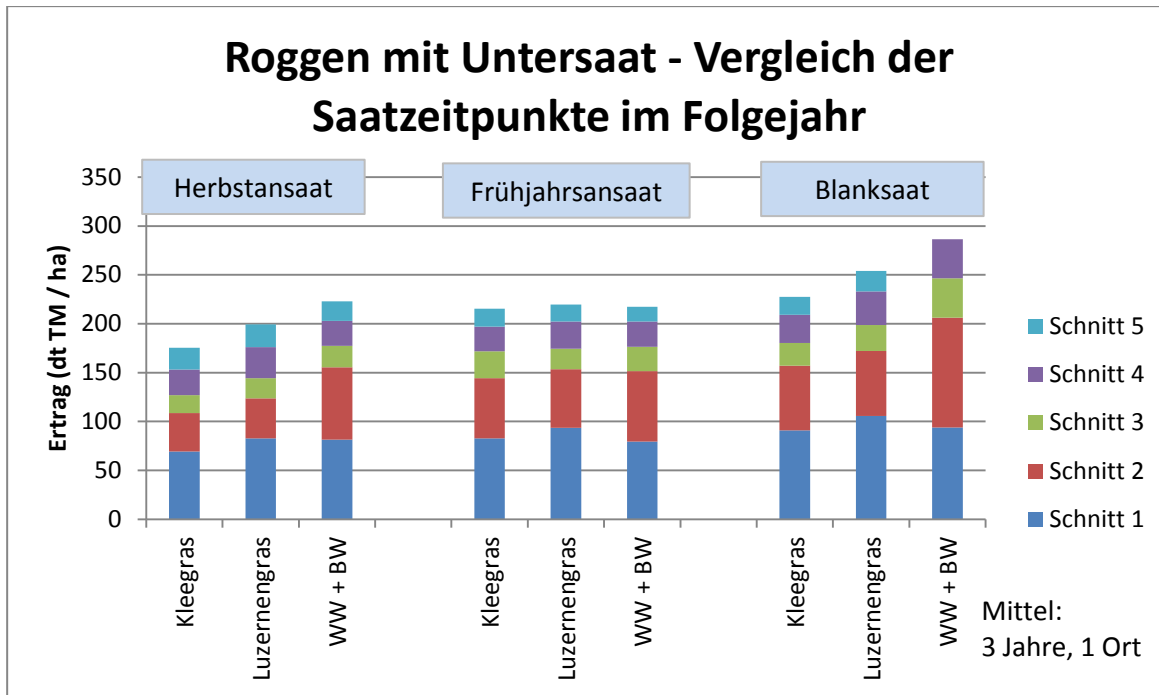


Abbildung 2: Erträge im Anbausystem Roggen im Vergleich der einzelnen Saatzeitpunkte im Folgejahr

Im zweijährigen Vergleich lieferte eine Blanksaat nach Getreide-GPS mit über 370 dt TM/ha die höchsten Gesamtflächenerträge (Abbildung 3). Zur Herbstansaat und Blanksaat brachte die Weidelgras Mischung (WW + BW) am meisten Ertrag, gefolgt vom Luzernengras. Bei der Fröhjahrsansaat lagen alle Mischungen ertraglich nahezu gleichauf. Nach dem Gesamtertrag zu urteilen war die ertragreichste Variante eine Weidelgras-Blanksaat nach Getreide-GPS mit circa 440 dt TM/ha. Auch die Herbstansaat mit Weidelgräsern lieferte gute Ergebnisse.

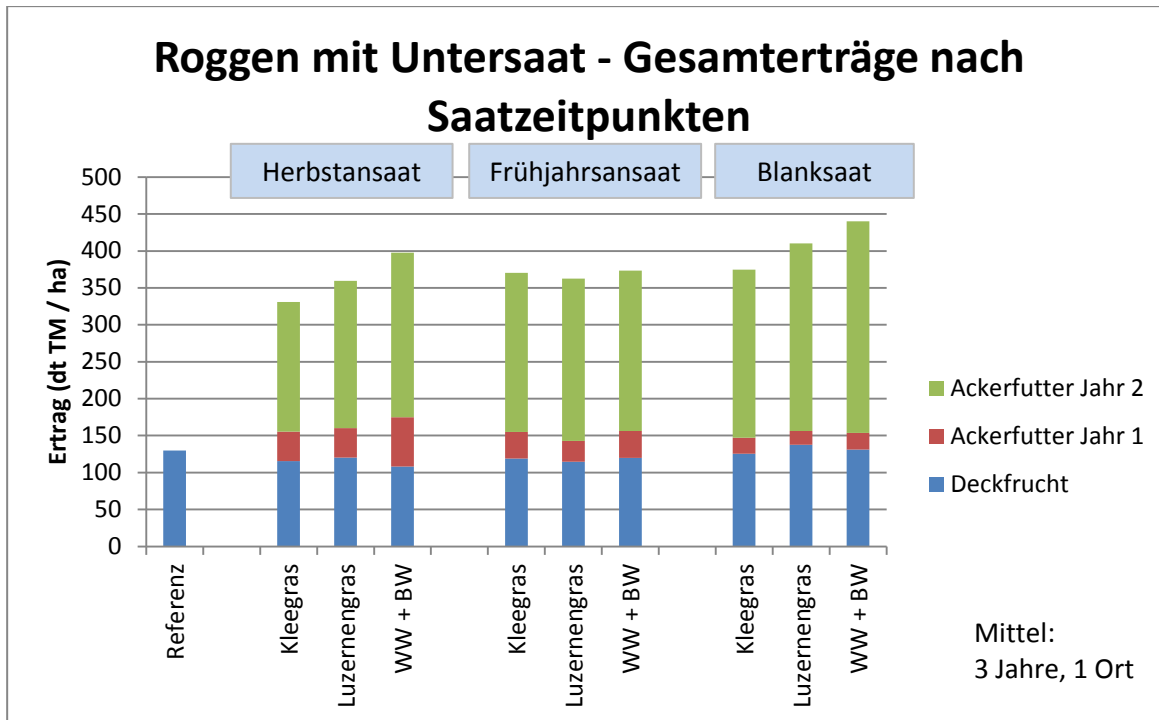


Abbildung 3: Gesamt-Erträge im Anbausystem Roggen im Vergleich der einzelnen Saatzeitpunkte

Ursachen für die höheren Erträge der Herbstansaat im ersten Jahr sind in der besseren Etablierung zu suchen. Die Betrachtung der Zusammensetzungen der Ackerfuttermischungen können die Umstände näher erklären.

Während bei dem im Herbst gesäte Bestände der Ackerfuttermischungen, mit Ausnahme des letzten Schnittes, der Grasanteil mit bis zu über 70% dominierte, war der Leguminosen-Anteil bei einer Frühjahrs- und Blanksaat bedeutend höher (Abbildung 4). Die Unkrautunterdrückung durch die sich schnell etablierenden Gräser war vor allem in den Herbstansaat sehr gut, während es bei einer Frühjahrsansaat zu einer schnelleren Verunkrautung mit zum Teil über 20% kam. Die starke Verunkrautung führte zu einer schlechteren Etablierung der Untersaat, was sich in geringeren Erträgen niederschlug. Für die Praxis bedeutet dies, dass Frühjahrsuntersaat rechtzeitig ausgebracht werden müssen, um die Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe mit den Unkräutern gering zu halten. Es gilt zu prüfen, ob Herbizidbehandlungen mögliche und nötig sind. Standorte mit einem hohen Unkrautpotential sind zu meiden.

Die Zusammensetzung der Ackerfuttermischungen änderte sich im Laufe der Vegetationszeit. Dabei gingen die Verunkrautung und der Gräseranteil zugunsten des Leguminosenanteil zurück. Auffallend ist, dass zum jeweils letzten Schnitttermin des Folgejahres der Anteil der Gräser sehr gering war.

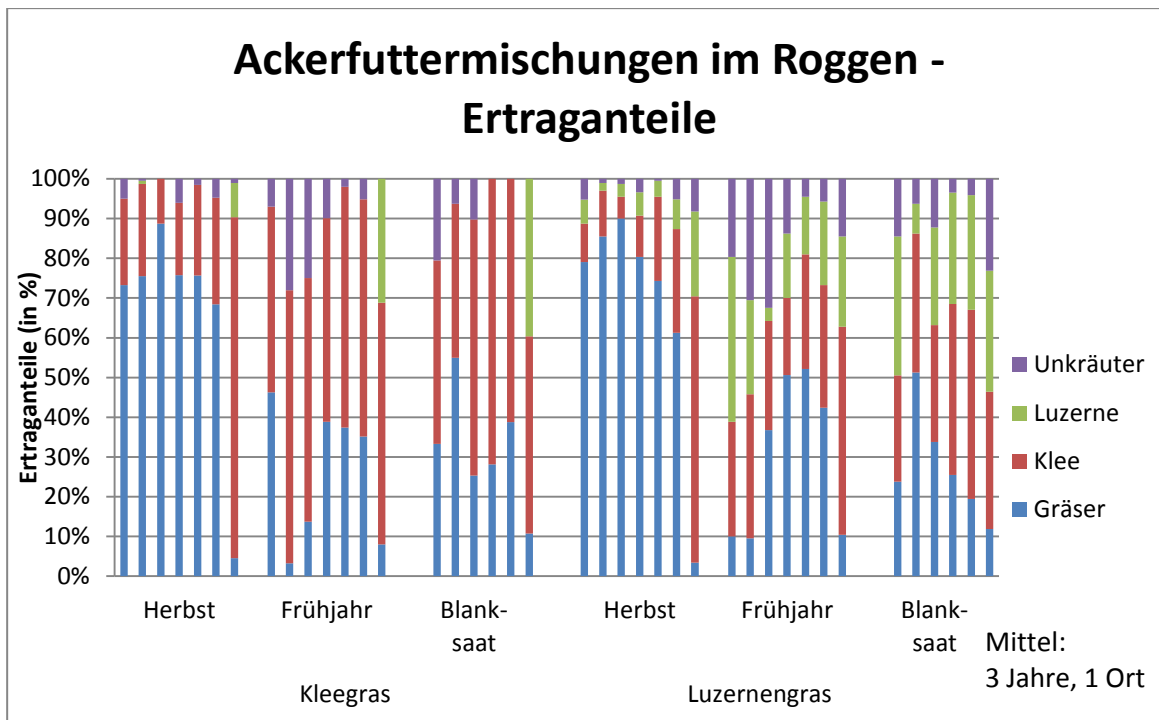


Abbildung 4: Ertragsanteile der Ackerfuttermischungen im Anbausystem Roggen nach Saatzeitpunkt

Diese Bestandsentwicklung zeigte sich ähnlich in allen Ackerfuttermischungen und unabhängig von der Deckfrucht.

Wie auch beim Roggen waren die Gras-Anteile zur Herbstansaat in Wintertriticale und Wintergerste bedeutend höher als bei der Frühjahrs bzw. Blanksaat (Abbildung 5). Zudem war zu erkennen, dass im letzten Schnitt der Herbstansaat von Luzernengras der Anteil an Leguminosen sehr dominant war. Die Unkraut-Anteile waren bei der Frühjahrsansaat nach Triticale und Gerste bedeutend höher als bei der Herbstansaat. Im zweiten und dritten Schnitt bei Wintertriticale lagen die Unkraut-Anteile bei circa 70%. Die Luzernengras-Untersaat zur Sommergerste wies sehr hohe Gras-Anteile auf, im letzten Schnitt war der Leguminosen-Anteil dominant. Die Verunkrautung war hier sehr gering.

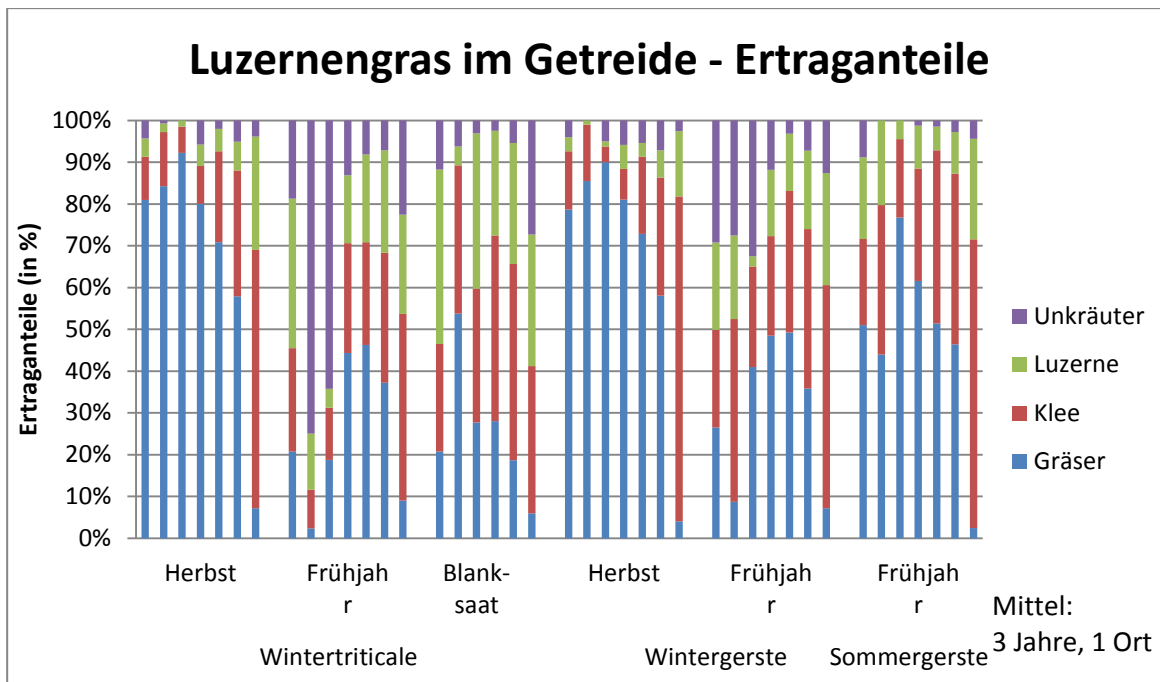


Abbildung 5: Ertragsanteile von Luzernengras in den Anbausystemen Wintertriticale, Winter- und Sommergerste nach Saatzeitpunkt

Bei der Betrachtung des Gesamtsystems bestätigte auch dieser Versuch die vorangegangenen Versuchsergebnisse. Sowohl bei Winterroggen als auch bei Wintertriticale und Wintergerste konnte durch eine etablierte Ackerfuttermischung im ersten Anbaujahr ein höherer Gesamtflächenertrag erzielt werden, als durch die jeweilige Reinkultur (Abbildung 1, Abbildung 9). Durch eine Etablierung einer Ackerfuttermischung sinkt zwar der Getreideertrag, jedoch kann dieser durch die Ackerfuttermischung gut kompensiert werden. Vor allem eine Herbstansaat sowie Frühjahrsansaat, ließen die Getreideerträge durch die gegenseitige Konkurrenzwirkung sinken. Ein interessanter Aspekt hierbei ist jedoch die Unkrautunterdrückung durch die Ackerfuttermischung, da diese eine bessere Bodenbedeckung als das Getreide aufweist (Abbildung 4, Abbildung 8). Die höchsten Gesamterträge können im ersten Jahr durch eine Herbstansaat erreicht werden, gefolgt von der Frühjahrsansaat und der Blanksaat.

Die Etablierung der Ackerfuttermischung als Blanksaat nach der Roggen-GPS Ernte wird nicht durch Konkurrenz, sondern meist durch Wasserknappheit sowie eine dadurch resultierende schlechtere Nährstoffaufnahme beeinflusst, was zu einer schlechten Etablierung und damit verbundenen Ertragsminderung führen kann. Die zurückbleibenden Getreidestoppeln sowie das Mulchen vor der Aussaat können im Boden zu Wasserverlusten durch Verdunstung führen, welche vor allem bei einer hohen Temperatur, Strahlung sowie auftretendem Wind sehr hoch sein können. Ein weiterer Faktor, welcher für die niedrigeren Erträge verantwortlich sein kann, ist die kürzere Aufwuchszeit aufgrund der späteren Aussaat.

Grund für eine starke Verunkrautung bei einer Frühjahrs-Untersaat im Wintergetreide kann die erst späte Bodenbedeckung durch die Untersaat sein, sodass sich im zeitigen Frühjahr bereits Unkräuter im Bestand etablieren konnten. Aufgrund kurzstrohiger Sorten und dem Einsatz von Wachstumsreglern ist die Unkrautkonkurrenz von Getreide eher mäßig. Da in den Untersaat-Varianten keine Herbizide verwendet wurden, konnten bereits etablierte Unkräuter im Bestand nicht beseitigt werden. In der praktischen Umsetzung ist somit ein möglichst unkrautfreier Bestand erforderlich. Durch eine vorherige Her-

bizidmaßnahme, den Anbau auf Flächen mit geringem Unkrautdruck sowie die zeitige Etablierung der Untersaat im Frühjahr kann die Verunkrautung minimiert werden

Bei der Sommergerste konnte durch eine Frühjahrsuntersaat ein Mehrertrag im ersten Jahr im Vergleich zur Reinsaat erzielt werden, wie es auch bei den Wintergetreiden der Fall war (*Abbildung 9*).

Die Luzernengras-Untersaat zur Sommergerste wies eine sehr geringe Verunkrautung auf, da aufgrund des Anbaus einer Sommerung im Frühjahr eine Bodenbearbeitung und Unkrautbekämpfung durchgeführt werden konnte.

Im zweiten Nutzungsjahr wurden die höchsten Gesamterträge durch die, als Blanksaat nach Getreide etablierten, Ackerfuttermischungen erreicht (*Abbildung 2, Abbildung 9*). Die höheren Erträge durch eine Blanksaat können auf eine bessere Nährstoffverfügbarkeit im Boden zurückzuführen sein, ausgelöst durch geringere Nährstoffabfuhr mit nur 2 Schnitten im Vorjahr und weniger Konkurrenz durch Unkräuter. Das Mulchen vor der Einsaat kann eine oberflächlich erhöhte Mineralisation im Boden, sowie eine mechanische Zerstörung bereits aufgelaufener Unkräuter bewirken.

Empfehlung für die Praxis

Die Wahl des Saatzeitpunktes zum Getreide ist somit abhängig von der angestrebten Nutzungsdauer. Soll die Ackerfuttermischung nur einjährig genutzt werden empfiehlt sich eine Herbstansaat mit dem Getreide (*Abbildung 3, Abbildung 9*). Die gemeinsame Ansaat kann für eine sichere Etablierung der Ackerfuttermischung im Bestand sorgen. Zudem bietet eine Ackerfuttermischung als Untersaat, aufgrund einer guten Bodenbedeckung die Möglichkeit zur Unkrautunterdrückung. Dies ist ein wesentlicher und wichtiger Aspekt, da auf die Anwendung von Herbiziden nach der Etablierung der Untersaaten, aufgrund der Nichtverträglichkeit, verzichtet werden muss. Vor der jeweiligen Etablierung im Herbst, Frühjahr oder nach der Getreide-GPS Ernte kann jedoch eine Anwendung durchgeführt werden. Wenn die Ackerfuttermischung zweijährig genutzt werden soll empfiehlt sich eine Blanksaat nach der Getreide-GPS Ernte. Trotz eines höheren Etablierungsrisikos der Blanksaat, werden insbesondere im Folgejahr gute Erträge generiert.

Saatzeitpunkt im Mais

Im Mais wirkte sich die Nutzung einer Untersaat ertragsmindernd aus. Sowohl die Untersaat im 3-Blatt-Stadium als auch im 5-Blatt-Stadium erbrachte zusammen mit dem Mais keine höheren Erträge als die Reinkultur (*Abbildung 6*). Lediglich die Untersaat im 3-Blatt-Stadium mit der Weidelgrasmischung (WW + BW) konnte ein gleiches Ertragsniveau im Vergleich zur Reinsaat erzielen, alle anderen Varianten lagen mit circa bis zu 10 dt TM/ha deutlich darunter.

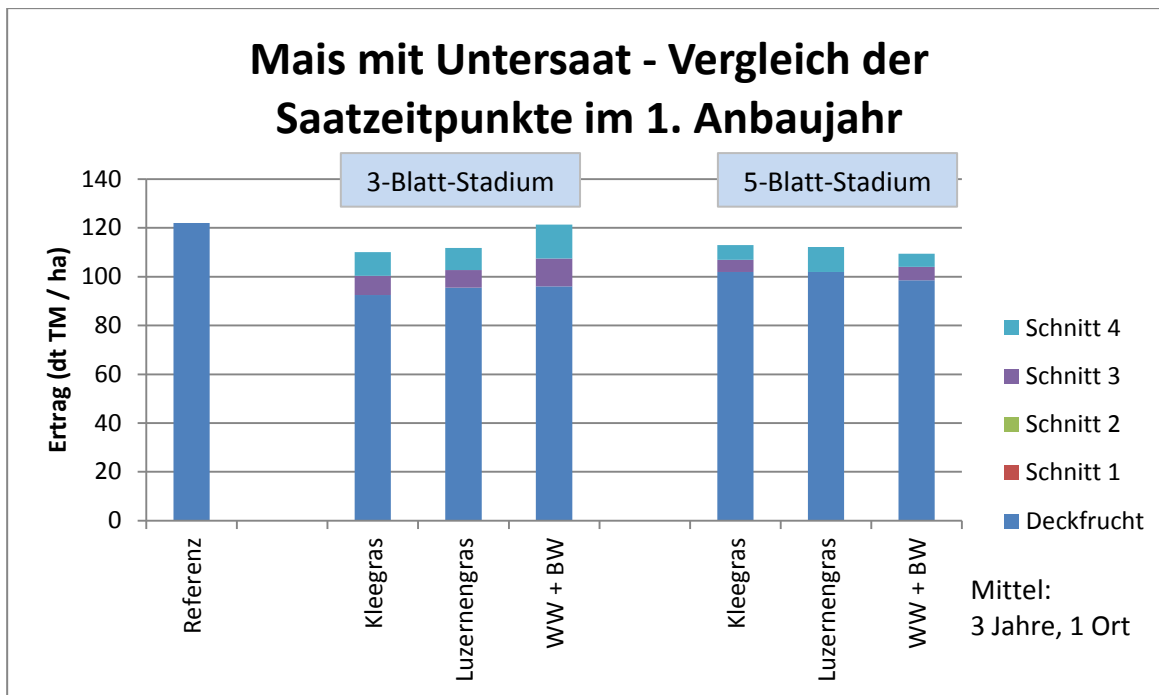


Abbildung 6: Erträge im Anbausystem Mais im Vergleich der einzelnen Saatzeitpunkte im 1. Anbaujahr

Im Folgejahr lieferten die Ackerfuttermischungen gute Erträge (Abbildung 7). Während zum Saattermin im 3-Blatt-Stadium die Weidelgräser am meisten Biomasse bildeten (circa 240 dt TM/ha), war es im 5-Blatt-Stadium das Luzernengras (über 250 dt TM/ha).

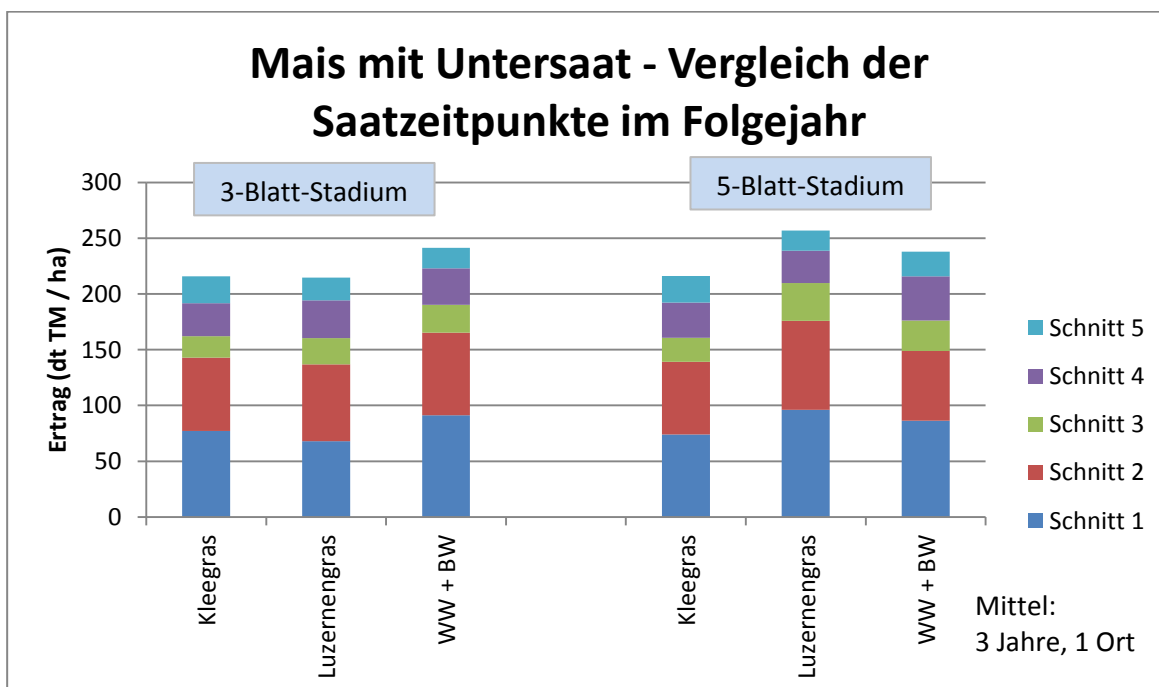


Abbildung 7: Erträge im Anbausystem Mais im Vergleich der einzelnen Saatzeitpunkte im Folgejahr

Der Gras-Anteil in der Klee-Gras-Mischung nahm in der Tendenz sowohl bei der Aussaat im 3- als auch 5-Blatt-Stadium von Schnitt zu Schnitt ab, während der Rotklee-Anteil zunahm (*Abbildung 8*). Die Anteile der schnellwüchsigen Gräser wurden somit zunehmende vom Rotklee eingenommen. Gerade in den ersten Aufwüchsen war die Verunkrautung bei einer Etablierung im 5-Blatt-Stadium höher, generell nahm hier die Verunkrautung aber von Schnitt zu Schnitt ab.

Auch beim Luzernengras nahmen die Gras-Anteile bei Aussaat im 3-Blatt-Stadium in der Tendenz von Schnitt zu Schnitt ab und wurden durch Leguminosen ersetzt (*Abbildung 8*). Bei einer Aussaat im 5-Blatt-Stadium war in den ersten Schnitten nur Gras ohne Leguminosen vorhanden. Im letzten Schnitt dominierte der Klee. Auch im Luzernengras-Bestand war eine Verunkrautung vorzufinden.

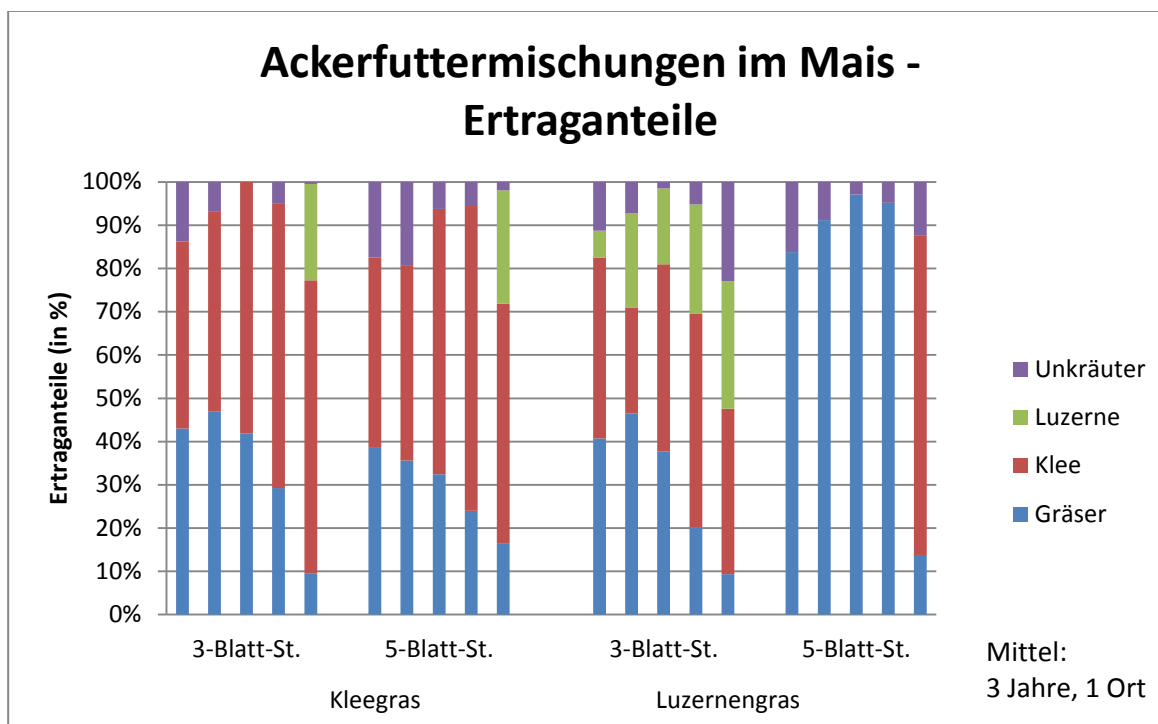


Abbildung 8: Ertraganteile der Ackerfuttermischungen im Anbausystem Mais nach Saatzeitpunkt

Im Mais wirkte sich die Etablierung der Untersaaten negativ auf den Ertrag aus, sodass im ersten Anbaujahr die Maiserträge mit Untersaaten unter dem Reinertrag vom Mais lagen (*Abbildung 6*). Der Standort Grub ist jedoch ein trockener Standort, sodass bei etablierten Untersaaten im Mais rasche eine Wasserknappheit und Konkurrenzwirkung entsteht. Durch die langsame Jugendentwicklung und den späten Reihenschluss ist der Mais sehr konkurrenzschwach, was somit zu einer Ertragsminderung führt.

Jedoch sind Untersaaten im Mais nicht zwangsweise als ungeeignet zu bewerten. Bei einem ausreichenden Angebot an pflanzenverfügbarem Wasser im Boden können solche Anbausysteme gute Gesamterträge liefern und dabei gleichzeitig für eine Verringerung von Erosion und Nährstoffauswaschung sorgen. Der Mais kann dabei, gerade unter humiden und nährstoffreichen Bedingungen, ein guter Anbaupartner für Untersaaten sein, da dieser auch die Entwicklung der Untersaaten sowie gute Lichtverhältnisse im frühen Bestand, aufgrund seines weiten Reihenabstandes und der langsamen Jugendentwicklung, zulässt. Für die Praxis wird angegeben, dass für ein solches Anbausystem ungefähr 900 mm Jahresniederschlag oder mehr nötig sind (Stadler *et al.*).

Empfehlungen für die Praxis

Die geringen Erträge im Anbausystem Mais mit Untersaat sind sicherlich auf die trockenen Standortverhältnisse am Standort Grub zurückzuführen, sodass ein solches Anbausystem im Allgemeinen nicht als ungeeignet bewertet werden darf.

Da Untersaaten im Mais „greeningfähig“ sind, werden sie von der Praxis stark nachgefragt. Unter Standortbedingungen mit ausreichender Wasserverfügbarkeit (>900mm Jahresniederschlag) kann das Anbausystem ohne Ertragsverluste umgesetzt werden.

Deckfrüchte

Der Vergleich der Getreidearten als Deckfrüchte bestätigt ebenfalls die Ergebnisse vorangegangener Versuche. Mit der Länge der Standzeit nimmt auch das Ertragspotential zu. So präsentierte sich auch in diesem Versuch Wintertriticale am ertragsstärksten, Aufgrund der längeren Standzeit werden hier sehr gute Erträge generiert (*Abbildung 9*). Die Erträge von Wintergerste dagegen sind aufgrund der geringeren Standzeit niedriger. Im Anbau wird diese frühräumende Kultur vor allem dann eingesetzt, um für die Folgefrucht eine sehr lange Vegetationsperiode zur Verfügung zu stellen. Die Erträge von Sommergerste fallen am niedrigsten aus, was aber generell der Fall bei Sommerungen aufgrund der verhältnismäßig kürzeren Vegetationsperiode ist.

Es stellte sich die Frage mit welchem Potential die bereits etablierten Ackerfuttermischungen die unterschiedliche verbleibende Vegetationszeit ertraglich ausschöpfen können.

Nach den frühräumenden Arten Sommer- und Wintergerste konnte in einem Jahr unter günstigen Voraussetzungen ein sehr ertragreicher erster Schnitt von 40 bzw. 50 dt/ha realisiert werden. Dies war aber nicht in allen Jahren der Fall. Auch die 2-4 folgenden Schnitte fielen im Ertrag oft sehr gering aus. Gerade die in dieser Zeit immer wieder vorkommende Sommertrockenheit hemmte das Wachstum, so dass der Aufwuchs zum Teil so marginal war, dass nur ein Schröpfungsschnitt erfolgte. Somit konnte im Vergleich zu den Deckfrüchten Wintertriticale und Winterroggen im Durchschnitt über die Jahre keine höheren Gesamterträge erzielt werden (*Abbildung 9*).

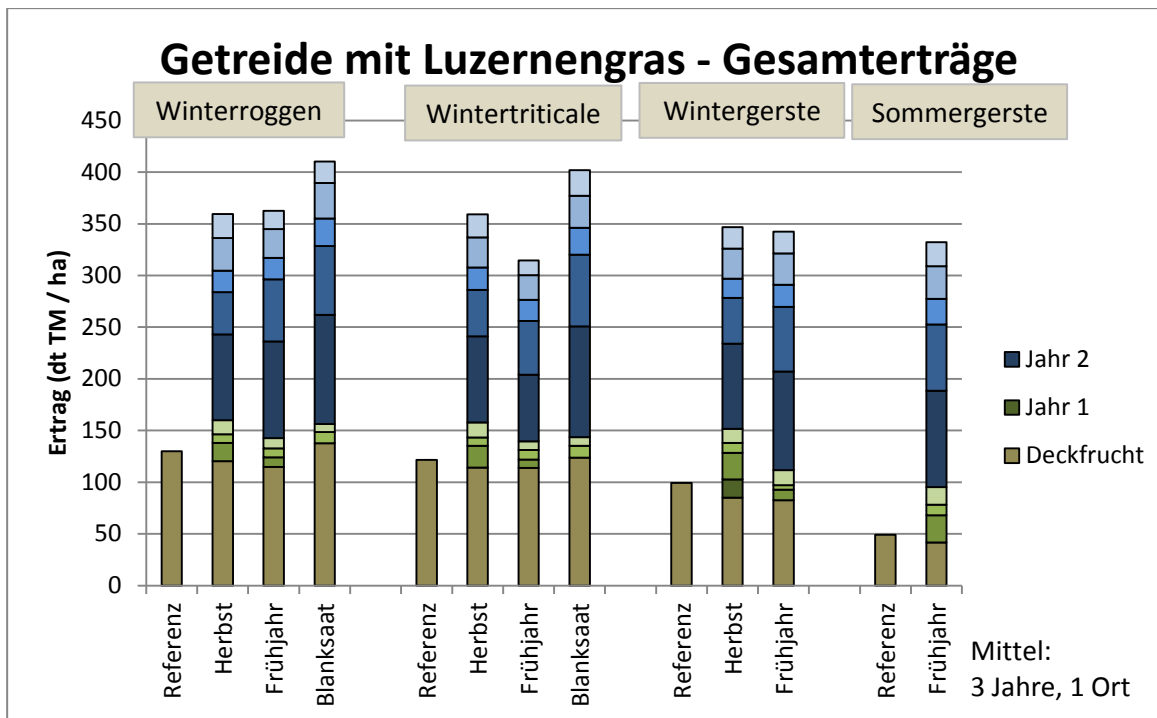


Abbildung 9: Erträge im Getreide mit Luzernengras im Vergleich der einzelnen Saatzeitpunkte

Während die Verunkrautung im Wintergetreide mit etablierter Untersaat vor allem bei der Frühjahrsuntersaat sehr hoch ist, findet sich bei der Sommergerste kaum Unkraut im Bestand (Abbildung 4, Abbildung 5). Von Vorteil ist hier die Möglichkeit der intensiven mechanischen und chemischen Unkrautbekämpfung im Frühjahr vor der Aussaat, gerade weil nach der Etablierung der Ackerfuttermischung eine chemische Unkrautbekämpfung schwierig beziehungsweise aufgrund der fehlenden Verträglichkeit der Ackerfuttermischungen nicht möglich ist. Für gute Erträge ist es wichtig die Deckfrüchte lange stehen zu lassen um einen optimalen Ertrag zu erzielen, die Untersaaten sorgen nur für einen zusätzlichen Ertrag und bieten nebenbei viele ökologische Vorteile.

Empfehlungen für die Praxis

Bei der Wahl der Deckfrüchte sind die Wintergetreidearten Triticale und Roggen empfehlenswert. Diese Arten generieren den höchsten GPS – Ertrag, da sie die Winterfeuchte gut ausnutzen können. Wohingegen die Ertragsleistung der Ackerfuttermischung stark witterungsabhängig ist. Auch wenn der Ackerfuttermischung eine längere Vegetationszeit zu Verfügung steht, ist diese Zeit nicht ausreichend, vorangegangenen Ertragsreduktion früh geernteter Arten wie der Gerste auszugleichen. Zudem erhöht eine längere Nutzung der Vegetationszeit durch die Ackerfuttermischung die Schnitthäufigkeit, was nicht nur arbeitsintensiv ist, sondern auch einen ökonomischen Mehraufwand erfordert.

Ackerfuttermischungen

Bei den Ackerfuttermischungen erwies sich die Weidelgrasmischung am ertragsstärksten (Abbildung 1, Abbildung 2, Abbildung 6, Abbildung 7). Vor allem bei kühler und feuchter Witterung können grasreiche oder ausschließlich gräserhaltige Ackerfuttermischungen durch ein relativ schnelles Wachstum hohe Erträge erzielen. Die höheren Anteile an Gräsern, ganz besonders Weidelgräsern, und das schnellere Wachstum sowie die optimalere N-Ausnutzung im Vergleich zu den Leguminosen könnten der Grund

hierfür sein. So wurde zum Beispiel im mehrjährigen Mittel der Roggenertrag um circa 22 dt TM/ha durch eine etablierte Weidelgras Untersaat reduziert, jedoch der gesamte Flächenertrag stark erhöht. Das schnelle und hohe Wachstum der Weidelgräser kann auch zur effektiven Unterdrückung von Unkräutern beitragen.

Ackerfuttermischungen mit Anteilen an Leguminosen sind konkurrenzschwächer, sodass in diesem Beispiel der Roggenertrag weniger gemindert wird. Bei Trockenheit beziehungsweise auf trockeneren Standorten könnten jedoch leguminosenreiche Ackerfuttermischungen aufgrund geringerer Ertragseinbrüche bei Trockenheit von Vorteil sein. Im Allgemeinen liefern die ersten beiden Schnitte im Folgejahr die höchsten Erträge. Das Ertragsniveau der Ackerfuttermischungen im Folgejahr ist nach allen Deckfrüchten ähnlich und bewegt sich durchschnittlich zwischen 180 und 250 dt TM/ha.

Auch wenn die Erträge der im Mais etablierten Ackerfuttermischungen im ersten Jahr sehr gering waren, haben über Winter stehende Bewüchse auf dem Feld einen positiven Effekt hinsichtlich der Reduktion von Erosion und Nährstoffauswaschung. Die Nährstoffe können auf der Fläche gehalten werden und kommen den Aufwüchsen im Frühjahr wieder zu gute. Die Verunkrautung der Ackerfutterbestände als Untersaat im Mais ist auch durch die Tatsache der späten Aussaat im Jahr gegeben. Um diese Verunkrautung zu minimieren ist vor allem eine saubere Saatbettbereitung und vorherige mechanische oder chemische Unkrautbekämpfung unerlässlich.

Empfehlungen für die Praxis

Die Wahl der Ackerfuttermischung als Untersaat ist stark vom Standort abhängig. Weidelgräser etablieren sich schnell, haben eine gute Unkrautunterdrückung und liefern auf Standorten mit sicherer Wasserverfügbarkeit gute Erträge. Auf trockenen Standorten sowie bei lang anhaltenden hohen Temperaturen mit wenig Niederschlag kann bei Gräsern mit Ertragsminderungen gerechnet werden, während Leguminosen hier im Vergleich besser abschneiden.

1.1.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Auf guten Standorten mit ausreichender Wasserversorgung können Ackerfuttermischungen sowohl als Untersaaten im Getreide und Mais, als auch Blanksaaten nach der Getreide-GPS Ernte zu höheren Gesamtflächenerträgen führen. Das Ertragsniveau der Ackerfuttermischungen im zweiten Anbaujahr ist nach allen Hauptfrüchten ähnlich und bewegt sich durchschnittlich zwischen 180 und 250 dt TM/ha. Vor allem die ersten beiden Schnitte sind ertragstechnisch am bedeutendsten.

Die Mischung aus Welschem und Bastard Weidelgras (WW + BW) lieferte meist die höchsten Erträge. Während vor allem Ackerfuttermischungen zur Herbstansaat im Wintergetreide im ersten Jahr die höchsten Erträge lieferten, waren es im Folgejahr die nach dem Getreide-GPS gesäten Blanksaaten. Die Erträge der Deckfrüchte wurden vor allem durch die Herbstansaat reduziert, da diese in der ganzen Vegetationsperiode in Konkurrenz um Wasser, Licht und Nährstoffe standen. Durch die Blanksaaten nach der GPS-Ernte entstand keine Konkurrenzsituation und beide Kulturen konnten ihr volles Ertragspotential ausnutzen, so ist auch über die 2 Jahre hier der Gesamtflächenertrag im Wintergetreide am höchsten. Auch wenn die Erträge im Anbaujahr sehr gering sind haben über Winter stehende Bewüchse auf dem Feld einen positive Effekt hinsichtlich der Reduktion von Erosion und Nährstoffauswaschung. Die Nährstoffe können auf der Fläche gehalten werden und kommen den Aufwüchsen im Frühjahr wieder zu gute.

Vor allem die Frühjahrs-Untersaat im Wintergetreide war immer stark verunkrautet. Grund hierfür könnte die in der Vegetationsperiode erst späte Bodenbedeckung der Untersaat sein, sodass sich im zeitigen Frühjahr bereits Unkräuter im Bestand etablieren konnten. Aufgrund kurzstrohiger Sorten und dem Einsatz von Wachstumsreglern ist die Unkrautkonkurrenz von Getreide eher mäßig. Da in den Un-

tersaat-Varianten keine Herbizide verwendet wurden, konnten bereits etablierte Unkräuter im Bestand nicht beseitigt werden. Die Verunkrautung in der Sommergerste war sehr gering, da aufgrund des Anbaus einer Sommerung im Frühjahr eine Bodenbearbeitung und Unkrautbekämpfung durchgeführt werden konnte.

Praxisaussagen zur Etablierung von Ackerfutmischungen in Getreide:

- Untersaaten reduzieren den Getreide-GPS Ertrag, jedoch kann der Gesamtflächenertrag gesteigert werden. Dabei ist die Steigerung des Gesamtflächenertrages abhängig von der Witterung in der Vegetationszeit.
- Untersaaten, die im Herbst mit dem Getreide ausgebracht werden, tragen zur Unkrautunterdrückung im Bestand bei. Dies führt zu einer guten Etablierung der Untersaat, was sich in guten Erträgen sichtbar wird.
- Im Herbst gesäte Untersaaten liefern im Vergleich zu Frühjahrsuntersaaten bei einer einjährigen Nutzung die höchsten Gesamtflächenerträge
- Bei Untersaaten, die im Frühjahr in den Getreide Bestand ausgebracht werden, muss auf die Verunkrautung geachtet werden. Es kommt schnell zu einer Verunkrautung, die eine schlechte Etablierung mit geringen Erträgen zu Folge hat.
- Blanksaaten nach der Getreide GPS Ernte liefern zwar im ersten Jahr nur wenig Ertrag, zeigen sich aber im Folgejahr ertragsstark, so dass bei einer zweijährigen Nutzung die höchsten Gesamtflächenerträge erzielt werden können.
- Lang stehende Deckfrüchte wie Triticale und Roggen sind als Deckfrüchte zu empfehlen. Frühräumende Deckfrüchte wie Gerste haben einen niedrigeren Ertrag, ermöglichen aber den Untersaaten eine längere Vegetationszeit. Der Ertrag der Untersaaten ist aber stark witterungsabhängig und konnte den niedrigeren GPS Ertrag in der Summe nicht kompensieren. Zudem bedingt die Nutzung der verlängerten Vegetationszeit eine erhöhte Schnitthäufigkeit, die ein Mehraufwand an der Ressourcen Arbeit und Betriebsmittel wie Diesel und Dünger erfordert.

Im Mais konnten zu einem früheren Saatzeitpunkt (3-Blatt-Stadium) keine nennenswerten höheren Erträge der Ackerfutmischungen erzielt werden, jedoch wurden die Maiserträge hierdurch negativ beeinflusst. Gerade durch die langsame Jugendentwicklung und den späten Reihenschluss ist Mais sehr empfindlich gegenüber Konkurrenz, sodass hier eine Untersaat mit Bedacht eingesetzt werden sollte. Die Verunkrautung der Ackerfutterbestände als Untersaat im Mais ist auch durch die Tatsache der späten Aussaat im Jahr gegeben. Um diese Verunkrautung zu minimieren ist vor allem eine saubere Saattbettbereitung und vorherige mechanische oder chemische Unkrautbekämpfung unerlässlich.

Praxisaussagen zur Etablierung von Ackerfutmischungen in Mais:

- Anbausysteme mit Untersaaten im Mais benötigen eine gute Wasserverfügbarkeit
- Wassermangel und Trockenheit führt zu erheblichen Ertragsverlusten
- Zum Aussaatzeitpunkt kann keine Aussage getroffen werden
- Gras-Untersaaten im Mais bieten die Möglichkeit der Anrechnung beim „Greening“

Über die Wahl der Ackerfutmischung für den jeweiligen Standort und die vorherrschende Witterung können allgemein gültige Aussagen getroffen werden, welche in der Tendenz mit den Beobachtungen aus dem Versuch übereinstimmen. So liefern gräserbetonte Mischungen auch bei kühleren Temperaturen wie im Herbst schnell höhere Erträge und sind vor allem für kühlere Standorte geeignet. Auf trockenen Standorten sowie bei lang anhaltenden hohen Temperaturen mit wenig Niederschlag kann bei Gräsern mit Ertragsminderungen gerechnet werden, während Leguminosen hier im Vergleich besser abschneiden.

Obwohl eine Fruchtfolge mit Ackerfuttermischungen nicht an das Ertragsniveau von Silomais herankommt ergeben sich hieraus einige ökologische Vorteile. Neben der Auflockerung einer maisbetonten Fruchtfolge sind vor allem phytosanitäre Aspekte ausschlaggebend wie etwa die Reduktion von Schaderregern (Maiswurzelbohrer, Maiszünsler), eine Unkrautunterdrückung im Folgejahr besonders von Problemunkräutern in Sommerungen (Hirsearten, Ehrenpreis, Gänsefuß, etc.) sowie eine Reduktion bodenbürtiger Pilze (z.B. Maisbeulenbrand) und anderer Schaderreger.

Um interspezifische Konkurrenz zu vermeiden müssen die richtigen „Partner“, sowie der optimale Saatzeitpunkt der Untersaat gefunden werden. Des Weiteren dürfen keine Mängel (Nährstoffe, Wasser, Licht) für eine der Kulturen vorhanden sein.

Die Nutzung von Ackerfuttermischungen als Untersaat oder Blanksaat kann für viele landwirtschaftliche Betriebe interessant sein. Gerade für Biogasbetriebe, welche durch das neue EEG 2017 nur noch begrenzte Mengen an Mais einsetzen dürfen, um förderfähig zu bleiben, kann die Mischung aus Getreide-GPS und Ackerfutter sehr interessant werden. Für ökologische Betriebe stehen vor allem phytosanitäre Aspekte wie die Kontrolle von Unkräutern und Schaderregern im Vordergrund. Somit bietet das Anbausystem Getreide-GPS mit Ackerfuttermischung neben guten Erträgen weitere vielfältige Vorteile, welche einer großen Bandbreite von landwirtschaftlichen Betrieben nützlich sein können.