



**Zwischenfruchtanbau gleich Nährstoffkonservierung,
+ Erosionsschutz,
+ Fruchtfolgeauflockerung,
+ Bodenverbesserung u.a.**

Im Ackerbau ist es erforderlich, zur Erzielung wirtschaftlicher Erträge und zur Ausschöpfung des Ertragspotentials der Standorte und der Fruchtarten, Stickstoff einzusetzen. Trotz Düngebedarfsermittlung und optimierter Düngung wird nicht bei jeder Fruchtart und auf jedem Standort eine maximale Effizienz der Stickstoffdüngung erreicht, so dass Stickstoffüberhänge in mehr oder weniger großem Umfang nicht zu vermeiden sind. Zusätzlich können ungünstige Witterungsbedingungen die Effizienz des Stickstoffeinsatzes beschränken. Dadurch bleibt nach der Ernte oft nicht verwerteter Stickstoff auf den Flächen zurück. Erfolgt durch die Nachfrucht kein ausreichender Entzug vor dem Winter oder bleibt die Fläche über Winter brach liegen, kann dieser Stickstoff bis zum Frühjahr mit dem Sickerwasser aus dem durchwurzelbaren Bodenhorizont ausgewaschen werden. Eine Auswertung der Nmin-Testflächen des Landes MV zeigt, dass dieser Stickstoff dann für die Nachfrucht nicht mehr nutzbar ist. Durch die Auswaschung des Stickstoffs verliert der Landwirt nicht nur bares Geld, sondern hat zusätzliche finanzielle und materielle Aufwendungen für die Absicherung des Stickstoffbedarfs der Nachfrucht.

Neben den finanziellen Verlusten bzw. zusätzlichen Kosten für die Landwirte belastet der ausgewaschene Stickstoff Grund- oder Oberflächengewässer. Das Image der Landwirtschaft leidet, Anwendungsbeschränkungen bzw. Bewirtschaftungsvorgaben für die Düngung sind zu befürchten und würden weitere Kosten verursachen. Deshalb kommt es für den Landwirt darauf an, den gedüngten Stickstoff im durchwurzelbaren Bodenbereich zu halten, um damit die Effizienz seiner Stickstoffdüngung zu erhöhen und die betriebliche Stickstoffbilanz zu verbessern.

Vorgaben der Dünge- und Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung (Cross Compliance) verpflichten bereits heute zu umwelt- und wasserschonenden produktionstechnischen Maßnahmen. So fordert die Düngeverordnung u.a. eine Reduzierung der Stickstoff- und Phosphorverluste durch Vorgabe von Obergrenzen für Nährstoffsalden.

Die Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung verlangt Maßnahmen zur Vermeidung der Bodenerosion und der Erhaltung der organischen Substanz der Böden. Die Umsetzung der Ziele der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) zur Verbesserung der Qualität der Gewässer sieht u.a. eine Reduzierung von diffusen Nährstoffeinträgen aus der Landwirtschaft in Grund- und Oberflächengewässer vor.

Eine Optimierung der Düngung, ausgefeilte Produktionstechniken zur Erzielung hoher Nährstoffabfuhr und die Verhinderung unproduktiver Stickstofffreisetzungen vor der Auswaschungsperiode sind hier die wichtigsten pflanzen- und ackerbaulichen Mittel, um hohe Stickstoffüberhänge und Nitratauswaschungen zu verhindern. Oft reichen diese Maßnahmen jedoch nicht aus, um insbesondere auf brachliegenden Flächen über Winter bzw. bei spät bestellten Winterungen Stickstoffauswaschung zu vermeiden.

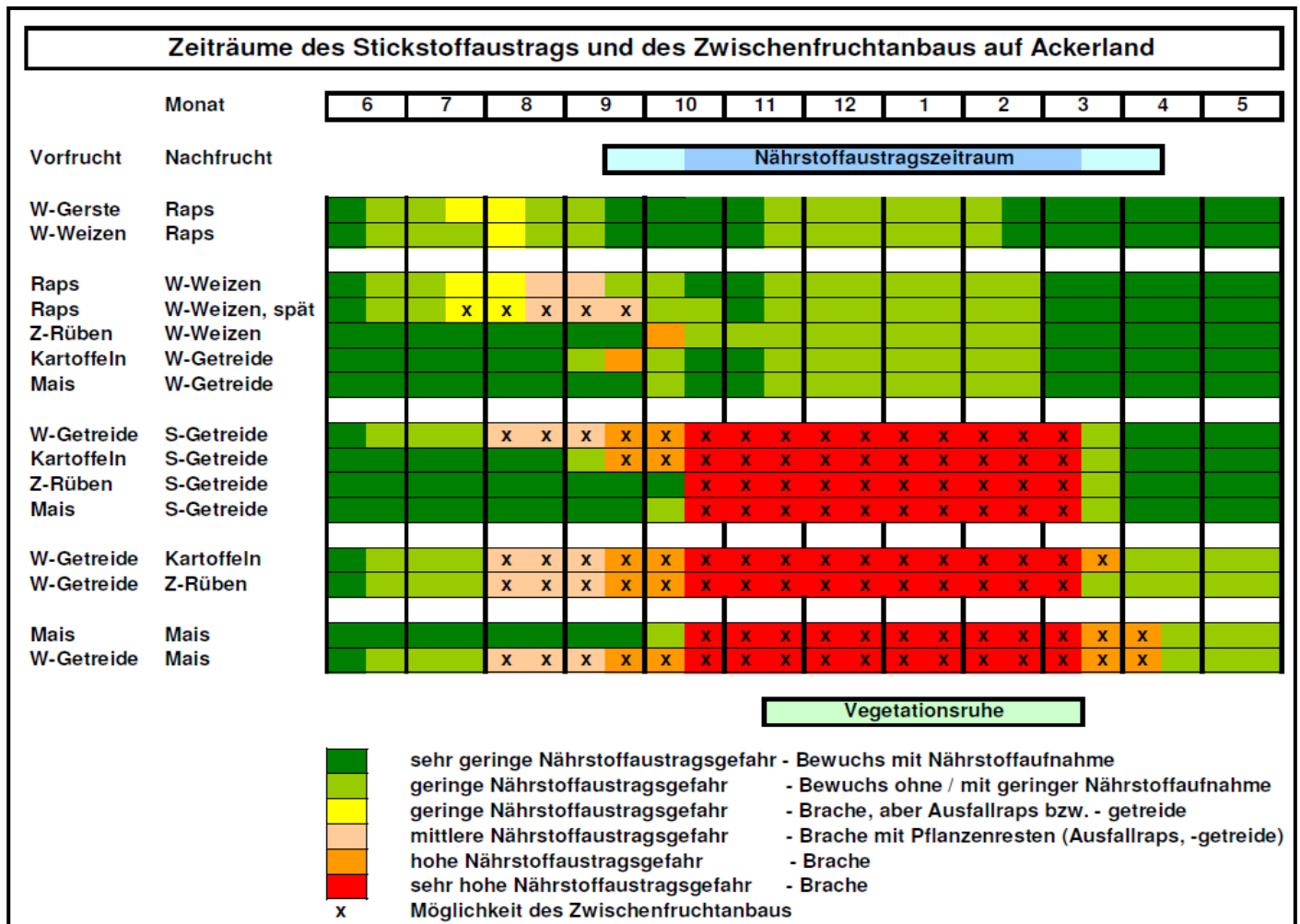
Durch die Aufrechterhaltung einer ständigen bzw. zeitlich nahezu lückenlosen Pflanzendecke auf den Flächen kann die Bindung von überschüssigem bzw. nach der Ernte mineralisiertem Stickstoff im durchwurzelbaren Bodenbereich und damit die Vermeidung der Auswaschung in Grund- und Oberflächengewässer erreicht werden. Mit dem Anbau einer Winterung, hier vor allem Winterraps, Wintergerste und auch Winterroggen wird in der Regel eine durchgehend „grüne“ Bodenbedeckung zwischen der Vorfrucht und der Nachfrucht gewährleistet, dass ebenfalls in der Lage ist, größerer Mengen an löslichem, auswaschunggefährdetem Stickstoff aus dem Boden aufzunehmen und vor der Auswaschung zu schützen.





Bereits beim Anbau von Winterweizen nach früh räumenden Vorfrüchten (Raps, Wintergetreide) ist dieses „grüne Band“ für ca. 2 bis 3 Monate (1/5 des Jahres) unterbrochen. Beim Anbau von Mais nach Wintergetreide oder Mais kommen unter Umständen 9 bzw. 6 Monate zusammen, in denen vor dem Anbau der Nachfrucht der Boden nicht bewachsen ist, der Stickstoff der Auswaschung ausgesetzt ist und die Fläche einer hohen Erosionsgefahr unterliegt. Ähnliche Zeitspannen können auch beim Anbau anderer Sommerungen auftreten.

Diese Lücke kann mit der Aussaat von Zwischenfrüchten oder dem Anbau einer Untersaat geschlossen werden. Mit diesen produktionstechnischen Maßnahmen, die einen lange wachsenden Pflanzenbestand auf den Flächen gewährleisten und bis zu 75 % des löslichen Bodenstickstoffs aufnehmen, können die Nmin-Restwerte im Herbst um ca. 20 bis 40 kg/ha im Boden gesenkt und damit die Auswaschung über Winter erheblich reduziert werden.



Leistungen der Zwischenfrüchte

Neben der Bindung des löslichen Bodenstickstoffs bietet der Anbau von abfrierenden bzw. winterharten Zwischenfrüchten oder einer Untersaat die Möglichkeit, etwas für die Bodenstruktur, die Humusbilanz und die Reduzierung der Bodenerosion zu tun. Durch eine Futternutzung oder als Gärsubstrat in Biogasanlagen kann zusätzlich ein wirtschaftlicher Nutzen für den Landwirt erreicht werden.

In Betrieben mit einem hohen Anfall an Gülle oder Gärresten bieten Zwischenfrüchte weiterhin die Möglichkeit, bei entsprechendem Stickstoffbedarf, nach der Aussaat und im Frühjahr knappe Lagerkapazitäten zu entspannen.



Werden Zwischenfrüchte innerhalb der Fruchtfolge richtig eingeordnet und optimal angebaut, können sie ihre Vorzüge in großem Umfang entfalten, dazu gehören:

- Reduzierung von Nährstoffverlusten aus dem Wurzelhorizont,
- Anreicherung von organischer Substanz durch Wurzeln und verbleibendem Aufwuchs,
- Verringerung der Erosions- und Verschlammungsgefahr,
- Verbesserung des Wasserinfiltrationsvermögens durch Aufrechterhaltung einer Bodengare,
- Schaffung von Kanälen für Tiefwurzler und die Wasser-versickerung,
- Erhöhung der biologischen Aktivität durch Bereitstellung von Nahrung für Mikroben, Regenwürmer u.a. Bodenlebewesen,
- Reparatur von Bodenstrukturschäden nach ungünstigen Erntebedingungen.

Bewertung der Umwelleistungen von Zwischenfrüchten

	Stickstoffbindung	Erosionsschutz	Humusmehrung*
Gräser			
Wicke			
Futterroggen			
Winterraps			
Sommerraps			
Winterrübsen			
Ölrettich			
Senf			
Phacelia			

* Wurzel- und Sprossmasse sehr gut mittel mäßig



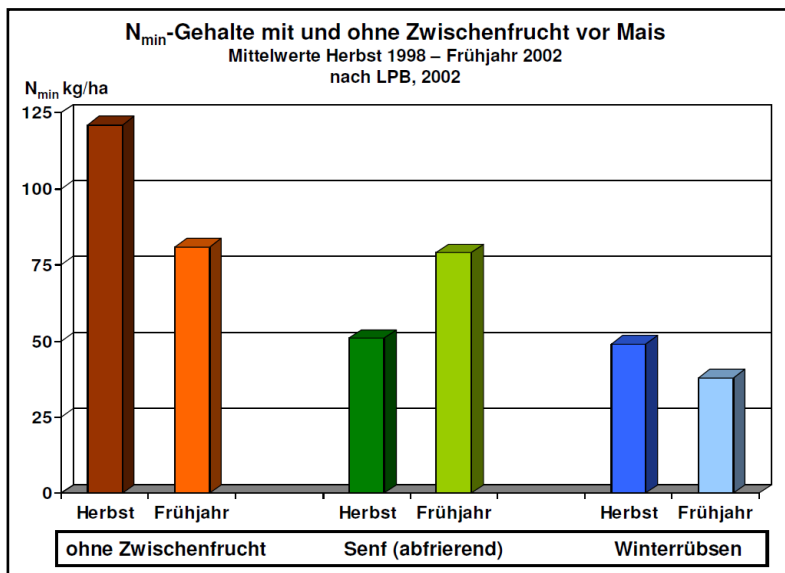
Zwischenfrüchte, die zum Vegetationsende Anfang November, dem Beginn der Auswaschungs- bzw. Erosionsperiode, keine ausreichende ober- und unterirdische Biomasse aufgebaut haben, können die Funktion als Stickstoffspeicher und Erosionsschutz nicht erfüllen.



Stickstoffaufnahme von Zwischenfrüchten

	Grünmasse dt/ha TM	Wurzelmasse dt/ha TM	N-Aufnahme kg/ha N
Senf	30 - 40	10 - 15	70 - 90
Ölrettich	40 - 50	15 - 25	100 - 120
Phacelia	25 - 35	10 - 12	60 - 85
Futterroggen	50 - 70	15 - 20	90 - 125
Winterraps	30 - 45	20 - 25	70 - 110
Winterrübsen	30 - 45	20 - 25	70 - 110
Gräser	50 - 70	20 - 30	95 - 130
Sommerwicke	30 - 40	8 - 10	85 - 115
Lupine	35 - 45	15 - 20	100 - 130

Zwischenfrüchte, hier vor allem winterharte Zwischenfrüchte, sind in der Lage, erheblichen Mengen an Stickstoff aus dem Boden zu entziehen, in der oberirdischen Pflanzenmasse bzw. den Wurzeln zu binden und somit vor einer Auswaschung zu schützen. Nachfolgend kann dieser konservierte Bodenstickstoff ertrags- und bilanzverbessernd für die Nachfrüchte zur Verfügung gestellt werden. Aus der Literatur ist bekannt, dass die entzogenen und „konservierten“ Stickstoffmengen bis zu 130 kg/ha Stickstoff erreichen können.

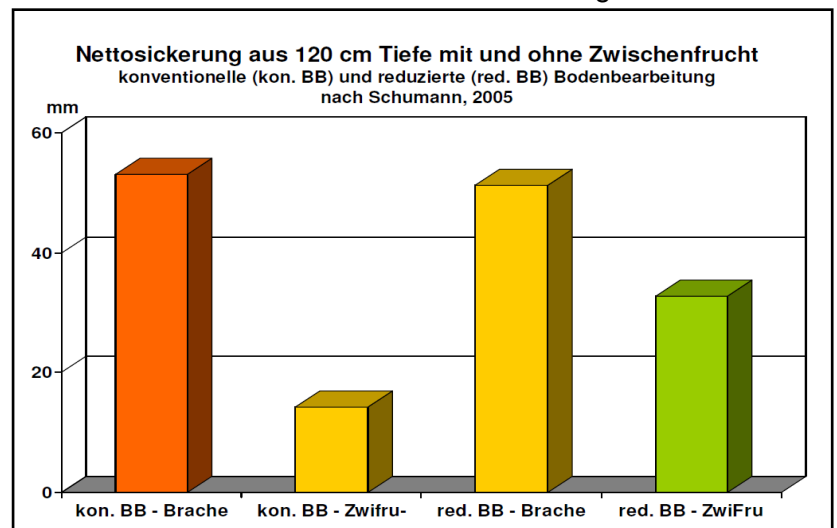


Hinsichtlich der Wirksamkeit bei der Konservierung des Bodenstickstoffs gibt es zwischen den einzelnen Arten von Zwischenfrüchten erhebliche Unterschiede. Hier spielen die Anbaudauer, die Bildung von oberirdischer Pflanzenmasse sowie die Durchwurzelungstiefe und -intensität eine große Rolle. Auch die Winterhärte ist von Bedeutung bei der Bindung des Stickstoffs in den Pflanzen, so werden aus abfrierenden Zwischenfrüchten (u.a. Senf, Ölrettich, Phacelia) nach dem Absterben bis zum Frühjahr bis zu 60 % des aufgenommenen Bodenstickstoffs wieder mineralisiert und können damit der Auswaschung unterliegen. Der höchste Grad an Abschöpfung und Konservierung von gelöstem Bodenstickstoff wird deshalb mit dem Anbau von

früh bestellten, frosttoleranten und überwinterten Zwischenfrüchten erreicht.

Neben dem Stickstoffentzug aus dem durchwurzelbaren Bodenhorizont und der Senkung des Gehaltes an gelöstem Stickstoff in der Bodenlösung führt der Anbau von Zwischenfrüchten vor dem Winter auch dazu, dass die im Boden vorhandenen versickerbaren Wassermengen deutlich reduziert werden. Damit wird gleichzeitig der sich aus der Sickerwassermenge und dem N-Gehalt der Bodenlösung ergebende N-Austrag vermindert.

Um eine möglichst hohe Stickstoffbindung durch die Zwischenfrüchte zu erreichen, sollten sie so lange wie möglich stehen gelassen werden. Wenn möglich, ist auf eine Bodenbearbeitung zu verzichten, da durch die Einbringung in den Boden mit erhöhten Mineralisierungsraten zu rechnen ist.



Auswahl von Zwischenfrüchten

Der Anbau von Zwischenfrüchten lässt sich in drei Gruppen unterteilen, in die sich die wichtigsten Zwischenfrüchte wie folgt einordnen lassen:

- **Untersaaten:**
Weidelgräser, Knautgras, Weißklee, Rotklee
- **Sommerzwischenfrüchte:**
Futterkohl, Stoppelrüben, Sommer-/Winterraps, Ölrettich, Senf, Perserklee, Alexandrinerklee, Inkarnatklee, Sommerwicken, Erbsen, Ackerbohnen, Lupine, Weidelgräser, Phacelia,
- **Winterzwischenfrüchte:**
Weidelgräser, Knautgras, Winterwicken, Winterraps, Winterrüben, Grünroggen.

Unter dem Aspekt der Stickstoffbindung und Grünmassebildung sollten die Zwischenfrüchte eine geringe Blühneigung aufweisen, zu einer hohen und schnellen Grünmassebildung vor dem Winter neigen und den Boden tief und intensiv durchwurzeln. Diese Zielstellung lässt sich am besten mit Tief- und Intensivwurzeln, wie Ölrettich und Senf sowie Gräsern und Futterroggen realisieren.



Hinsichtlich der Winterhärte ist zu berücksichtigen, ob die Zwischenfrucht ohne den zusätzlichen Aufwand eines Totalherbizides als Voraussetzung für eine Mulch- oder Direktsaat abfrieren oder im nächsten Frühjahr noch als Futter oder Gärsubstrat genutzt werden soll. Für Mulch- und Direktsaaten hat sich in der Praxis der Anbau von abfrierenden Zwischenfrüchten wie Senf oder Phacelia bewährt.

Auch eine Toleranz gegenüber tiefen Temperaturen ist positiv zu bewerten, da dadurch die Wachstumsphase verlängert wird und so mehr Nährstoffe konserviert werden können. Im Vergleich zu Senf ist hier der Ölrettich aufgrund seiner größeren Frosthärte länger in der Lage, das Wachstum aufrechtzuerhalten, überschüssige Stickstoffmengen aufzunehmen und in der Pflanze zu binden. Um eine lange Konservierung des Stickstoffs in der Zwischenfrucht zum Vorteil der Nachfrucht zu erreichen, sollten frosttolerante und überwinternde Zwischenfrüchte wie Winterraps, Winterrüben oder Futterroggen ausgewählt werden, dabei ist jedoch der erhöhte Aufwand zur Bestellung der Nachfrucht zu berücksichtigen.

Weiterhin ist zu beachten, dass es durch die Auswahl der Zwischenfrüchte im Rahmen der Fruchtfolge zu keiner Förderung der Kohlhernie bzw. des Nematodenbesatzes kommt. In Rapsfruchtfolgen sind deshalb Kreuziferen ein absolutes Tabu, während sie in Mais-Getreidefruchtfolgen ohne Raps Priorität für die Stickstoffkonservierung haben. Bei der Auswahl von Untersaaten sind die Beschattungsverträglichkeit und auch ein geringes Wachstum bis zur Ernte der Hauptfrucht von großer Bedeutung.

Anbauverfahren



Der Anbau von Zwischenfrüchten ist nur dort sinnvoll, wo ein schneller Feldaufgang abgesichert werden kann und für eine gute Entwicklung noch ausreichend Zeit zur Verfügung steht.

Die Bestellung der Zwischenfrüchte sollte so früh wie möglich erfolgen, da jeder Tag Vegetation eine intensivere Durchwurzelung und eine höhere Grünmassebildung bringt.

		Optimale Aussaatzeiten für Zwischenfrüchte zur Stickstoffkonservierung und zur Bodenbedeckung über Winter															
		Monat		7			8			9			10				
		Verwendung															
Weidelgräser (einj.)	Wi-Zwi-Frucht																
Weidelgräser	So-Zwi-Frucht																
Weidelgräser	Wi-Zwi-Frucht																
Ackerbohne	So-Zwi-Frucht																
Futtererbse	So-Zwi-Frucht																
Lupine	So-Zwi-Frucht																
Saatwicke	So-Zwi-Frucht																
Perserklee	So-Zwi-Frucht																
Alexandrinerklee	So-Zwi-Frucht																
Futterroggen	Wi-Zwi-Frucht																
Winterrüben	So-Zwi-Frucht																
Winterrüben	Wi-Zwi-Frucht																
Futterkohl	Wi-Zwi-Frucht																
Ölrettich	So-Zwi-Frucht																
Senf	So-Zwi-Frucht																
Phacelia	So-Zwi-Frucht																

Die optimalen Aussaatzeiten sind auch bei der Artenauswahl in Mischungen zu berücksichtigen.



Bei der Wahl des Aussaattermins sind Vernalisations- und photoperiodische Reaktionen der Zwischenfruchtarten, aber auch der Sorten zu beachten. In jedem Fall ist durch Verzicht auf eine zu frühe Aussaat bei Kruziferen eine Blüte, zumindest aber eine frühzeitige Blüte, zu verhindern, um eine ausreichende Biomassebildung und damit Stickstoffkonservierung zu erreichen. Verspätete Aussaaten sind möglich, wenn die Zwischenfrüchte eine gewisse Spätsaatverträglichkeit besitzen.

Die Bestellung der Zwischenfrüchte muss zur Gewährleistung eines Anbauerfolges mit hoher Qualität erfolgen, um einen schnellen und hohen Feldaufgang zu gewährleisten. Phacelia, Futterkohl, Gras- und Klearten benötigen zur Aussaat ein „feines“ Saatbett, so dass hier eine Minimalbodenbearbeitung unter Umständen zu einem schlechten Feldaufgang führen kann. Raps, Rüben, Ölrettich, Senf und grobkörnige Leguminosen kommen dagegen mit einem „gröberen“ Saatbett zurecht. Zur Schonung des Bodenwasservorrates ist hier durchaus eine konservierende Bodenbearbeitung angebracht.

Um das nach der Ernte im Boden vorhandene Restwasser maximal für den Feldaufgang zu nutzen, sollten alle Arbeitsgänge in sehr enger zeitlicher Reihenfolge abgearbeitet werden. Für einen guten Feldaufgang ist bei allen Zwischenfrüchten ein rückverfestigtes Saatbett mit Anschluss an das Kapillarsystem des Bodens erforderlich.

Mit der Bestellung sollte gleichzeitig eine hohe N-Verfügbarkeit für ein zügiges Wachstum abgesichert werden. Besteht aufgrund von Strohdüngung oder schlechten Mineralisierungsbedingungen ein N-Bedarf, können direkt zur Aussaat ca. 20 kg/ha verfügbarer Stickstoff verabreicht werden. Bei der Ausbringung von Gülle sind dazu 40 – 50 kg/ha Gesamtstickstoff erforderlich, während mit einem Gärrest maximal 30 – 40 kg/ha Gesamtstickstoff ausgebracht werden dürfen. Diese Gesamtstickstoffmengen sollten aber nicht überschritten werden, um die Zwischenfrüchte anzuregen, den verfügbaren Stickstoff aus dem Boden aufzunehmen und zu binden.

Beim Anbau von Winterzwischenfrüchten zur Futter- oder Gärsubstratnutzung ist zu beachten, dass es in niederschlagsarmen Gebieten insbesondere bei geringen oder ausbleibenden Frühjahrsniederschlägen, hohen Grundwasserflurabständen und leichten Böden mit geringen Feldkapazitäten beim nachfolgenden Mais zu Ertragsrückgängen kommen kann. Fallen im Frühjahr jedoch ausreichende Niederschläge und wird eine wasserschonende Bodenbearbeitung realisiert, führt der Anbau nicht zu einer negativen Auswirkung auf den Maisertrag. Auf trockenen Sandböden mit geringster Wasserspeicherfähigkeit hängt die Ertragsbildung der Hauptfrucht ohnehin von den aktuellen Niederschlägen ab, da sich Winterniederschläge hier nicht für den Mais speichern lassen. Ein Futterroggen beispielsweise kann dieses Wasser produktiv nutzen, die Erosionsgefahr mindern und über stehen gelassene Stoppelstreifen (Fräs- oder Direktsaat) den jungen Mais schützen.



Frässaat von Mais zur Verbesserung der Wassereffizienz



Zwischenfrüchte haben durch die Bindung von Stickstoff, die Humusmehrung und den Erosionsschutz nicht nur positive Wirkungen auf die Umwelt und den Boden, sondern haben durch die Lieferung von zusätzlichen Aufwüchsen, die Auflockerung von engen Fruchtfolgen, positiven Ertragswirkungen auf Nachfrüchte auch wirtschaftliche Vorteile für den Landwirt, so dass sich zusätzliche Aufwendungen für die Etablierung von Zwischenfrüchten tragen.

Weitere Informationen und Hinweise zu aktuellen Forschungsvorhaben, Demonstrationsversuchen und Ergebnissen zum Zwischenfruchtanbau werden durch die Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei bereitgestellt.

Fachinformation: WRRL-Zwischenfrucht-2011-06-06		Anfragen: Dr. H. E. Kape Ines Bull	0381 2030770 03843 789231	hekape@lms-beratung.de i.bull@lfa.mvnet.de
Landesamt für Umweltschutz, Natur und Geologie (LUNG)	Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei (LFA)	LMS Landwirtschaftsberatung - Zuständige Stelle für landwirtschaftliches Fachrecht und Beratung (LFB)		