

1. Über Speicherung in der Pflanze:

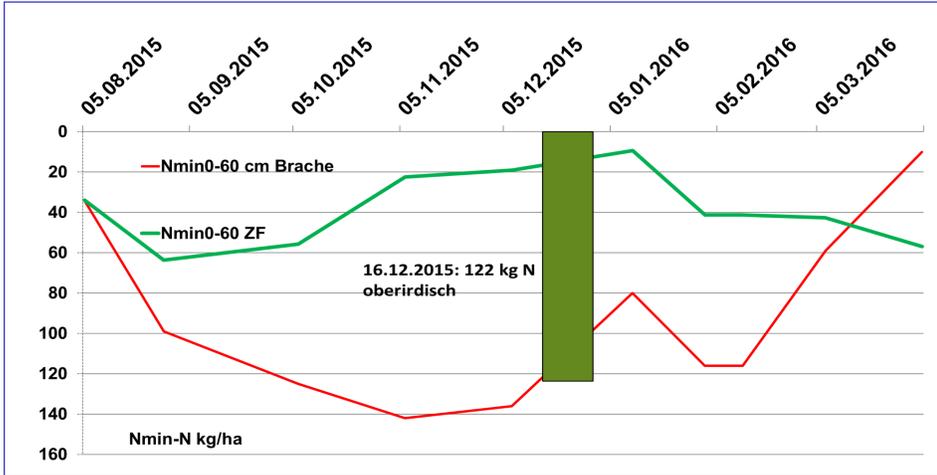


Abb.1) Nmin 0-60 cm ab Stoppbearbeitung Sommerweizen (Vorfrucht Klee gras) unter Zwischenfrucht im Vergleich zur Brache*

Wenn der Stickstoff gespeichert ist, muss dieser in die nächste Kultur transferiert werden. Der Frage wie hoch in diesem Zeitraum die Verluste mineralisierten Stickstoffs aus der Zwischenfrucht sind, gehen wir seit 2014 auf einem der 31 WRRL- Modellbetriebe nach. Zur Zeit werden weitergehende Exaktversuche durch die Uni Bonn im Rahmen des Leitbetriebs-Projektes durchgeführt, die Demoanlagen der WRRL können nur Tendenzen aufweisen. Die gasförmigen Verluste sind nicht in der Praxis zu messen, was im Boden an N-Verbindungen eingebaut wird auch nicht. Einzige Zahlen, die wir fassen können, sind die Mengen an mineralisiertem Stickstoff im Boden. In der Demoanlage wurden im Winter 2014/2015 und 2015/2016 die Zwischenfrüchte Sandhafer, Ackerbohne und Lupine unterschiedlich vor Winter (Dezember) behandelt. Entweder wurde der Bestand abfrieren gelassen, gewalzt, gemulcht oder mit der Messerwalze klein geschnitten. Die Frage war nun, ob dies die Verluste beeinflusst. Die Pflanzenmasse wurde im Dezember und März in den Parzellen untersucht und der Boden monatlich auf Nmin in 0-90 cm Tiefe. In Abb.2 ist nun ersichtlich welche Mengen an Stickstoff in diesem Falle die Lupine oberirdisch gespeichert hat und welche Mengen im März vorzufinden waren (grün). Als blau gekennzeichnet ist die Differenz- diese Menge fehlt und kann Verluste bedeuten, aber auch ein höheren Anteil an eingebautem Stickstoff im Boden. Klar ersichtlich ist, dass die gemulchte Variante den höchsten Nmin aufweist, also hier der Anteil an bereits mineralisiertem Stickstoff sehr hoch ist, die Messerwalze hingegen geringere Nmin-Werte aufweist als die abfrierende Variante. Da das Material nicht mehr aufzufinden war, ist in diesem Falle davon auszugehen, dass das Material zu einem hohen Anteil im Boden gebunden sein muss. Wie hoch aber die tatsächlichen gasförmigen Verluste sind, müssen Exaktversuche zeigen. Wie in Abb.3 ersichtlich können diese aber erheblich sein und hängen maßgeblich vom C/N- Verhältnis der Zwischenfrucht ab (siehe Abb.5)

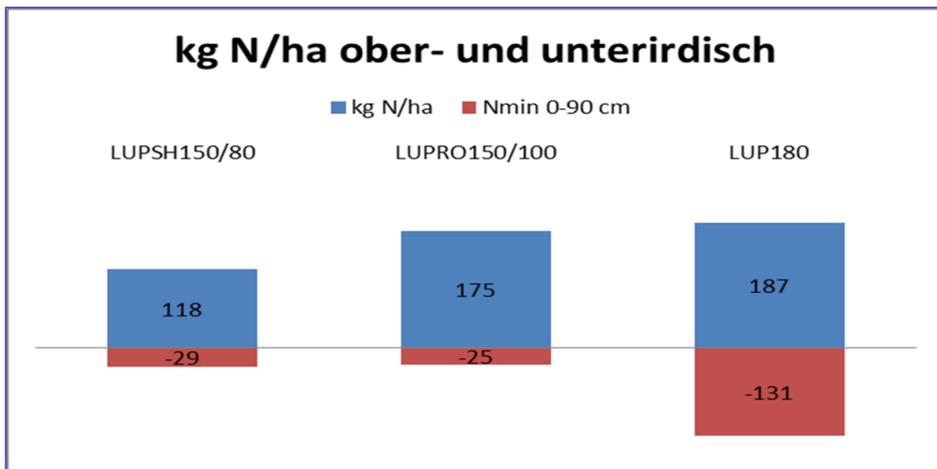


Abb.4) kg N/ha im oberirdischen Aufwuchs (blau) sowie Nmin 0-90 cm (rot) am 06.10.17: links Gemenge aus Lupine und Sandhafer, mittig Gemenge aus Lupine und Roggen, rechts Reinsaat Bitterlupine*

In einem der Modellbetriebe werden Leguminosen als Zwischenfrucht angebaut um den N-Input in den Betriebskreislauf zu erhöhen. Im Rahmen der Gemüsebaufolge fallen aber teilweise hohe Nmin- Restwerte nach Ernte an, die gleichzeitig gebunden werden sollen. Dieser Grund und die erschreckenden Ergebnisse aus den Vorjahren, nämlich dass die Bitterlupine vorliegenden Stickstoff im Boden weitestgehend unberücksichtigt lässt, haben uns dazu bewegen das Thema Gemenge genauer unter die Lupe zu nehmen. Ziel hierbei ist es den Reststickstoff im Herbst sowie aus der Mineralisierung zu speichern und gleichzeitig N₂ aus der Luft zu fixieren. In Abb. 4 ist sehr schön zu sehen, wie unter der Lupine- Reinsaat weiterhin hohe Werte zu finden sind, obwohl im Aufwuchs bereits 180 kg N gespeichert worden sind, was auf reine Fixierungsleistung hin deutet. Das Gemenge aus Lupine und Sandhafer oder Roggen zeigt auch oberirdische Aufnahmen von 100 kg N/ha und mehr mit dem Unterscheid zur Lupinenreinsaat, dass der Boden Anfang Oktober leer ist. Die Ansaat im Gemenge ist also eine Möglichkeit Leguminosen trotz erhöhter Rest-Nmin Werte im Herbst anbauen zu können. Einen höheren Netto-Stickstoff-Ertrag für die Fruchtfolge bringen die Leguminosen weiterhin in Reinsaat auf restentleerten Böden.

2. Über Speicherung im Boden:

Wie aber verfahren mit Problemkulturen, wie spätem Brokkoli oder gerodeten Kulturen im Spätherbst? Wir haben hohe Rest- Nmin- Werte bzw. hohe Mineralisierungsraten nach Ernte, sind aber zu spät im Jahr um eine leistungsfähige Zwischenfrucht zu etablieren. Neben der früheren Ernte kann versucht werden durch Ausbringung von kohlenstoffreichem Material eine Stickstoffsperre im Boden zu erzeugen. Im Modellbetriebsprojekt sind wir deshalb auf einen späträumenden Brokkolischnitt nach Ernte gegangen und haben 10 t Stroh/ha ausgebracht. Tendenzen sind zu erkennen (siehe Abb.6), aber weitere Demonstrationsanlagen und Exaktversuche sind nötig um hierin Bestätigung zu finden.

Zwischenfrüchte zum richtigen Zeitpunkt etabliert können Speicherleistungen von 100- 150 kg N/ha im oberirdischen Aufwuchs aufweisen und somit erheblich zur Entleerung des Bodens nach Ernte der Hauptfrucht beitragen. In Abb. 1 wurde ein Gemenge aus Sandhafer und Phacelia (83/7 kg/ha) am 15. August etabliert. Anhand der Brache ist sehr gut zu erkennen, welche Mineralisierungsschübe nach einer Bodenbearbeitung nach Sommergetreide, etabliert nach Klee gras, zu erwarten sind. Die Zwischenfrucht hat zum Ende der Vegetation am 16.12. 122 kg Stickstoff oberirdisch aufgenommen und den Boden restlos entleert. Wie aber geht es nun weiter?

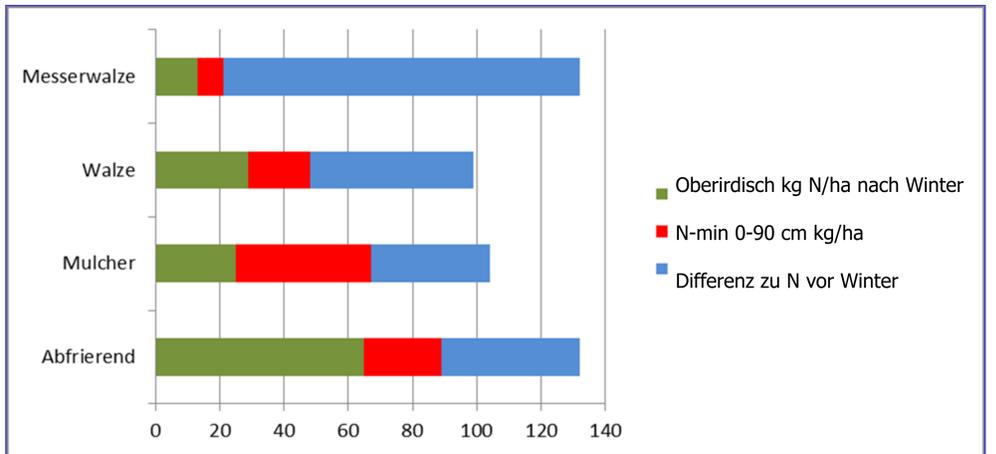


Abb.2.) N in der oberirdischen Masse bei Bitterlupine vor und nach Winter in kg/ha sowie Nmin0-90 cm im Verhältnis zur 0- Parzelle*

	N (kg/ha) Versuchsbeginn 27.10.2008	N (kg/ha) Auswaschung	N (kg/ha) Versuchsende 04.03.2009	N (kg/ha) Ausgasung
S	66,9	16,4	25,6	24,9
N	89,5	29,5	43,5	16,6
L	89,2	28,7	44,3	16,2

Abb.3: Absolute Stickstoffgehalte bzw. -verluste in den Versuchsvarianten (kg/ha), S:Senf, N:Nicht-Leguminosenmischung; L: Leguminosen

Quelle: A.Badawi: Verluste d. oberirdischen Biomasse von abfrostenden Begrünungspflanzen vor der Einarbeitung in den Boden, Universität Wien; 2010

In den Demoanlagen auf den Betrieben zeigte sich in den letzten Jahren, dass es weniger an der Bearbeitung sondern vielmehr an der Kultur selbst festzumachen ist, wie hoch das Risiko an Verlusten ist. Dies wird am C/N- Verhältnis gemessen. Zeigen die abfrierenden Zwischenfrüchte vor Winter ein weites C/N- Verhältnis (z.B. 20), so ist die Mineralisierung langsam und es muss z.B. bei der Zerkleinerung des Bestandes nicht so vorsichtig vorgegangen werden, wie bei einem engen C/N- Verhältnis von 10. Hier hätte die Zerkleinerung vor Winter mit beispielsweise dem Mulcher hohe Verluste zur Folge. In Abb.5 sind verschiedene Zwischenfrüchte und Mischungen aus dem Winter 2016/2017 abgebildet mit Messung des oberirdischen Aufwuchses vor und nach Frost. Die (gasförmigen) Verluste steigen mit abnehmenden C/N- Verhältnis an. Das C/N- Verhältnis kann neben der Kulturwahl auch durch den Saatzeitpunkt gesteuert werden. Früh etablierte Bestände kommen vor Winter in die generative Phase und das Material wird holziger bzw. strohiger- das C/N-Verhältnis wird weiter, die Mineralisierungsgeschwindigkeit gedrosselt.

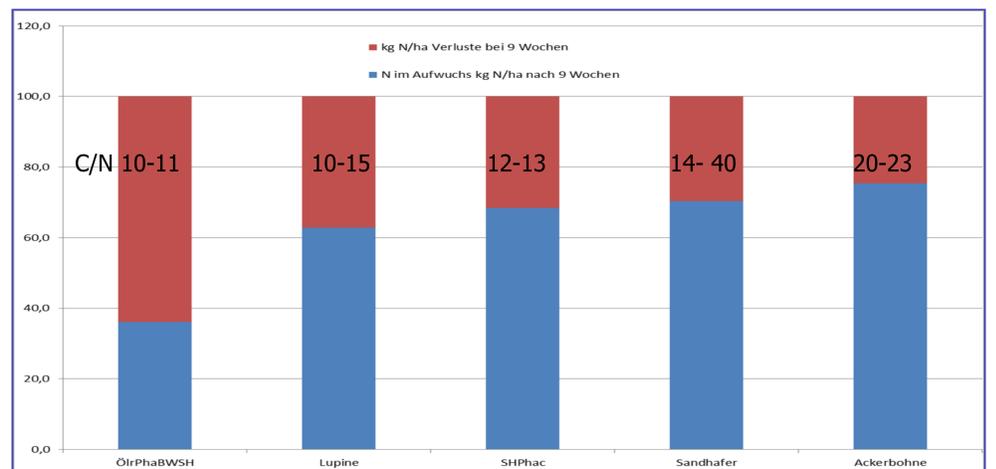


Abb.5) N im oberirdischen Aufwuchs vor und nach Frostperiode in kg/ha sowie angenommene gasförmige Verluste , Gemenge 1: Ölrettich-Phacelia-Buchweizen-Sandhafer, Gemenge 3: Sandhafer-Phacelia *

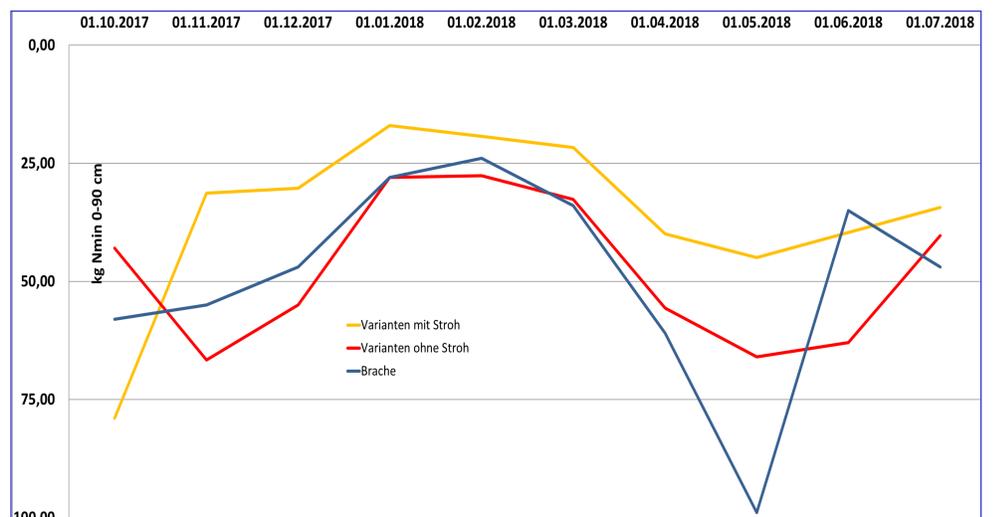


Abb.6) kg N-min 0-90 cm; Brokkoli bis 09.10., Stroh ab 13.10.; Frühmöhren ab März/2018 bis 28.06.2018 (3 Varianten mit/ohne Stroh)*

* einmalige Messungen ohne Wiederholung und statistische Auswertung aus Demonstrationsanlagen der WRRL- Modellbetriebe NRW 2014- 2018, alle Angaben ohne Gewähr. Veröffentlichung & Vervielfältigung nur nach Genehmigung der LWK NRW-FB 61.