

## **Einfluss des Zwischenfruchtanbaus auf den Stickstofftransfer über Winter und den Ertrag der Folgefrucht Sommerweizen**

Stumm C<sup>1</sup>, Kemper R<sup>1</sup> & Döring T<sup>1</sup>

*Keywords: Zwischenfrüchte, N-Transfer, Nmin, Nachfrucht, Sommerweizen*

### **Abstract**

*In field trials with cover-crops (phacelia, oilseed radish, turnip rape, black-oats, winter rye, lupine and crimson clover) high over-winter losses of nitrogen from shoot biomass were observed. Together with a wide C/N-ratio, especially in the stem, this might explain why additional mineralization in spring was relatively low compared to untreated control. Yield and quality of a succeeding spring wheat were only slightly affected.*

### **Einleitung und Zielsetzung**

Die Bedeutung von Zwischenfrüchten als Stickstoffsенke zur Reduzierung von Nitratverlagerung über Winter ist in Praxis, Beratung und Wissenschaft gleichermaßen anerkannt. Zahlreiche Fragen zur Wirksamkeit von Zwischenfrüchten als Stickstoffquelle für die Folgefrucht sind jedoch weiterhin ungelöst (Sieling 2019). So werden in der Praxis des Ökologischen Landbaus trotz üppiger Zwischenfruchtbestände vor Winter oftmals nur geringe Mineralisierungsleistungen im Frühjahr beobachtet. Um diesem unzufriedenstellenden N-Transfer auf den Grund zu gehen, wurden seit 2017 im Rahmen des Projektes Leitbetriebe Ökologischer Landbau NRW Feldversuche mit Zwischenfrüchten unterschiedlicher Frosthärte durchgeführt. Folgende Fragen wurden dabei untersucht: Wie hoch sind die N-Verluste aus der Sprossmasse und wie verändert sich das CN-Verhältnis über Winter? Welchen Beitrag kann die Mineralisierung der Zwischenfrucht-sprossreste zur Stickstoffversorgung der Nachfrucht leisten?

### **Methoden**

In einfaktoriellen Blockanlagen wurden folgende abfrierende und überwinternde Zwischenfrüchte in vierfacher Wiederholung gesät und im Vergleich zur Kontrolle (unkrautfreie Brache) getestet: Phacelia (cv. Beehappy 12 kg/ha), Ölrettich (cv. Silentina 25 kg/ha), Winterrübsen (cv. Jupiter 15 kg/ha), Sandhafer (cv. Pratex 80 kg/ha), Grünroggen (cv. Bonfire 120 kg/ha), Blaue Lupine (cv. Boruta, 120 kg/ha), Inkarnatklee (cv. Linkarus 30 kg/ha). Nach der Vorfrucht Ackerbohnen erfolgte die Aussaat der Zwischenfrüchte auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut in Hennef/Sieg (65 m ü. NN, 10,3 °C, 840 mm, sL-uL, 60 BP) am 06.08.2018 bzw. 14.08.2019. Ab Versuchsbeginn bis zur Ernte der Nachfrucht Sommerweizen wurde monatlich der mineralisch gelöste Stickstoff in der Ackerkrume (0-30 cm) analysiert. Die Stickstoff- und Kohlenstoffaufnahme in den Spross wurde vor Beginn der Frostperiode und kurz vor Umbruch der Zwischenfrüchte im darauffolgenden Frühjahr anhand von Zeiternten ermittelt. Die Analyse erfolgte bei den abfrierenden Zwischenfrüchten getrennt nach Blatt und Stängel. Im Anschluss wurde der Einfluss der unterschiedlichen Zwischenfrüchte auf Ertrag und Qualität der Nachfrucht Sommerweizen (Sorte Sonnet) untersucht.

---

<sup>1</sup> Universität Bonn, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz, Professur Agrarökologie & Organischer Landbau, Auf dem Hügel 6, 53121 Bonn, leitbetriebe@uni-bonn.de, [www.aol.uni-bonn.de](http://www.aol.uni-bonn.de)

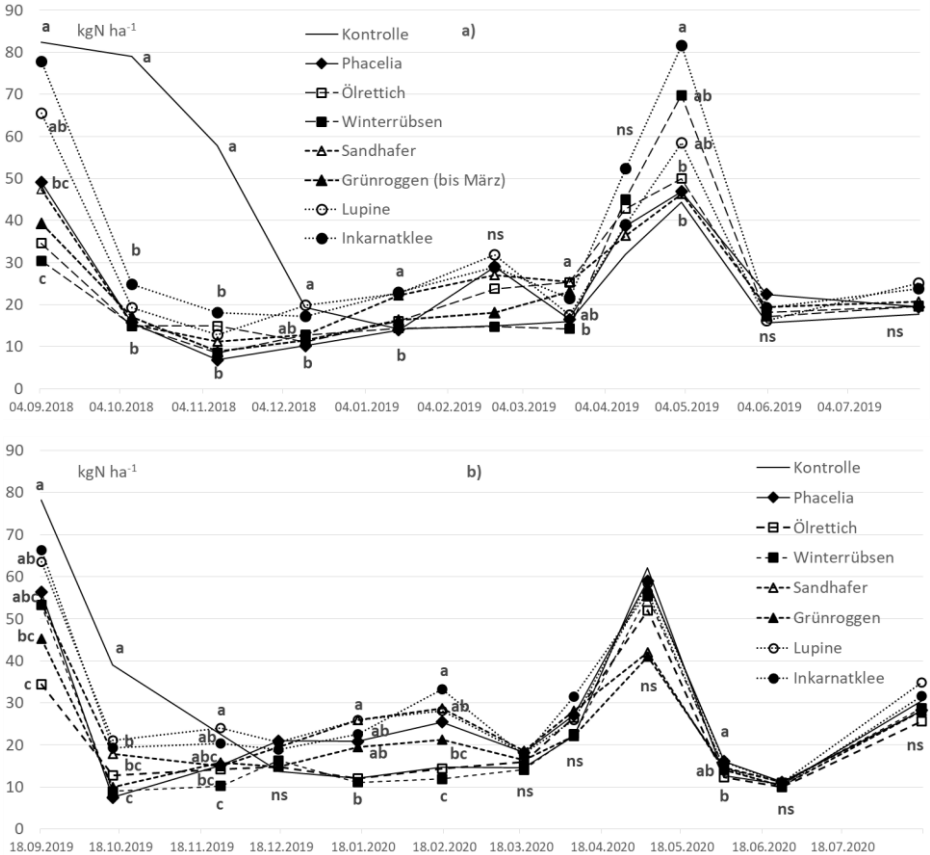
## Ergebnisse & Diskussion

Die N-Aufnahme in den Spross war in beiden Versuchsjahren in der Variante Lupine mit über 100 kg N ha<sup>-1</sup> am höchsten, gefolgt von Inkarnatklee (Tabelle 1). Die Rangfolge innerhalb der nicht legumenen Arten variierte zwischen den beiden Versuchsjahren, war aber mit über 70 kg N ha<sup>-1</sup> auch in diesen Varianten hoch. Die Erwartung, dass bei den winterharten Arten mit geringeren N-Verlusten über Winter im Vergleich zu den abfrierenden Zwischenfrüchten zu rechnen sei, wurde bei Leguminosen (Lupine >50 % vs. Inkarnatklee >40 %) und Gräsern (Sandhafer >30% vs. Grünroggen 15-25%) in beiden Jahren bestätigt. Bei den Kruziferen wurde dieser Effekt nicht beobachtet, da Ölrettich in beiden Jahren aufgrund geringer Minusgrade nicht abfror, bei ihm waren die N-Verluste ebenso wie bei Winterrübsen mit unter 15 % gering. Bei Phacelia waren die Verluste v.a. im zweiten Jahr mit fast 70% sehr hoch. Lokalisiert wurden diese Verluste bei Lupinen, Sandhafer und Phacelia v.a. im Bereich der Blattmasse. Dieser Effekt lässt sich vermutlich mit dem engeren CN-Verhältnis in den Blättern (<20) erklären, sekundäre Auswaschungsverluste könnten in milden Wintern die Folge sein (Bergkvist et al. 2011). Dies wurden jedoch in den eigenen Versuchen nicht beobachtet (s. Abb. 1). In den Stängeln wurden dagegen CN-Verhältnisse von bis zu 47 gemessen, was die Beobachtungen der Praxis unterstützt, wonach die Sprossreste v.a. von abfrierenden Zwischenfrüchten nur einen relativ geringen Beitrag zur Stickstoffnachlieferung im zeitigen Frühjahr leisten bzw. im Extremfall (s. CN-Verhältnis im Stängel bei Phacelia Ölrettich und Sandhafer) sogar Stickstoff immobilisieren können (Cicek et al. 2015).

**Tabelle 1: Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte auf die Stickstoffaufnahme und das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff im Spross (bei abfrierenden Zwischenfrüchten getrennt nach Blatt und Stängel), vor und nach Winter auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut in Hennef ( $\alpha = 0,05$ , Tukey-Test).**

Parameter	Datum	Sprossanteil	PH	ÖR	WRü	SH	GR	Lup	IK	GD
<b>kgN ha<sup>-1</sup></b>	15.11.2018	Blatt	45,7	41,6	73,7	47,9	76,2	84,0	119,3	24,9
		Stängel	44,7	39,2		53,7		38,3		<i>n.s.</i>
	21.02.2019	Blatt	27,8	33,6	63,1	30,3	57,1	26,2	66,6	24,6
		Stängel	38,5	38,8		36,6		28,3		<i>n.s.</i>
	<b>Verlust (%)</b>	<b>gesamt</b>	<b>26,7</b>	<b>10,3</b>	<b>14,4</b>	<b>34,2</b>	<b>25,1</b>	<b>55,5</b>	<b>44,2</b>	<b>42,6</b>
<b>CN</b>	15.11.2018	Blatt	15,7	14,0	19,0	15,5	19,9	10,6	13,0	3,0
		Stängel	38,8	38,3		36,9		22,1		8,0
	21.02.2019	Blatt	12,2	11,2	13,4	25,3	19,6	10,6	13,1	4,1
		Stängel	36,5	37,6		47,0		30,3		10,1
<b>kgN ha<sup>-1</sup></b>	25.11.2019	Blatt	42,3	50,1	87,8	54,8	75,6	68,3	92,0	33,1
		Stängel	49,2	39,5		24,0		41,1		4,5
	16.03.2020	Blatt	(29,6)	46,4	77,7	25,8	63,6	15,8	54,8	30,0
		Stängel	*	38,3		23,2		28,0		10,6
	<b>Verlust (%)</b>	<b>gesamt</b>	<b>67,6</b>	<b>5,5</b>	<b>11,6</b>	<b>30,9</b>	<b>15,8</b>	<b>59,9</b>	<b>40,4</b>	<b>45,1</b>
<b>CN</b>	25.11.2019	Blatt	10,0	10,3	19,3	16,9	16,9	10,7	12,5	3,7
		Stängel	22,0	37,9		33,0		17,1		12,8
	16.03.2020	Blatt	(29,4)	11,2	15,8	15,7	19,0	10,1	11,8	8,4
		Stängel	*	40,3		28,7		23,4		8,0

PH = Phacelia, ÖR = Ölrettich, WRü = Winterrübsen, SH = Sandhafer, GR = Grünroggen, Lup = Lupine, IK = Inkarnatklee, GD = Grenzdifferenz. \* Getrennte Beprobung nicht möglich, Blatt = Spross



**Abbildung 1: Mineralisch gelöster Stickstoff in der Bodenlösung ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$  in  $\text{kg ha}^{-1}$ ) in 0-30 cm unter verschiedenen Zwischenfrüchten auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut in Hennef, a) September 2018 bis August 2019 und b) September 2019 bis August 2020. Varianten mit verschiedenen Buchstaben zum selben Probenahmetermin unterscheiden sich signifikant ( $\alpha = 0,05$ , Tukey-Test).**

In der thermisch unkrautbefreiten Kontrolle und auf einem etwas niedrigeren Niveau auch unter Lupinen und Inkarnatklee wurden in beiden Jahren z.T. deutlich höhere Restnitratmengen vor Winter gemessen als in den nichtlegumigen Zwischenfrüchten (Abbildung 1), was höhere Auswaschungsverluste v.a. auf leichteren Standorten und bei hohen Niederschlägen zur Folge haben kann (Stumm et al. 2019). Über Winter wurden auch bei den milden Temperaturen im Rheinland keine bedeutenden N-Mengen mineralisiert. Bei diesen Ergebnissen gilt es jedoch zu beachten, dass kurze Mineralisierungspeaks mit anschließender Auswaschung bei Zeitintervallen von ca. vier Wochen zwischen den Nmin-Beprobungen unentdeckt bleiben können. Erst nach dem Umbruch der Zwischenfrüchte im März wird die einsetzende N-Freisetzung in allen

Varianten deutlich sichtbar. Dabei wurde im Mai 2019 eine signifikant höhere Mineralisierung nach Inkarnatklée festgestellt, 2020 wurde dieser Effekt, ebenso wie in beiden Jahren bei Lupine und Winterrüben, nur tendenziell beobachtet.

**Tabelle 2: Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte auf Kornertrag (dt/ha 86 % TM), Rohproteingehalt (%) und die N-Aufnahme in den Spross (kgN ha<sup>-1</sup> in Korn & Stroh) der Nachfrucht Sommerweizen auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut in Hennef zur Ernte 2019 und 2020 ( $\alpha = 0,05$ , Tukey-Test).**

		KO	PH	ÖR	WRü	SH	GR	Lup	IK	GD
<b>2019</b>	Ertrag	33,6	32,6	34,6	32,1	31,6	*	33,9	37,0	<i>n.s.</i>
	Rohprotein	11,0	10,2	10,3	9,9	10,7	*	11,1	12,1	1,8
	kgN/ha gesamt	83,9	71,7	82,1	64,4	74,1	*	79,2	106,5	32,5
<b>2020</b>	Ertrag	45,5	44,2	41,1	38,8	43,9	39,9	49,5	47,5	7,1
	Rohprotein	12,4	11,3	10,5	10,1	10,6	9,8	12,4	11,3	1,5
	kgN/ha gesamt	125,7	107,4	102,8	99,4	103,0	91,5	139,4	116,9	37,9

KO = Kontrolle, PH = Phacelia, ÖR = Öretlich, WRü = Winterrüben, SH = Sandhafer, GR = Grünroggen, Lup = Lupine, IK = Inkarnatklée, GD = Grenzdifferenz. \* Nach Umbruch mit dem Grubber und damit fehlender Zerkleinerung der Wurzelmasse lief der Sommerweizen in der Variante Grünroggen nur sehr lückig auf, daher wurde diese Variante nicht ausgewertet.

Im ersten Versuchsjahr wurde kein Einfluss des Zwischenfruchtanbaus auf den Kornertrag der Nachfrucht Sommerweizen festgestellt. Der Rohproteingehalt und die N-Aufnahme in den Spross zur Ernte waren aber in der Variante Inkarnatklée signifikant höher als in den Varianten Winterrüben und Phacelia. 2020 war der Kornertrag und die Qualität in der Variante Lupine signifikant am höchsten. Jedoch konnte in keinem Versuchsjahr der Ertrag oder die Qualität der Nachfrucht Sommerweizen durch den Zwischenfruchtanbau im Vergleich zur Kontrolle signifikant gesteigert werden.

## Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Versuche unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus im Rheinland zeigen mit teilweise sehr hohen N-Verlusten aus der Sprossmasse über Winter und weiten CN-Verhältnissen v.a. im Stängel abfrierender Zwischenfrüchte, dass durch den Zwischenfruchtanbau nur ein relativ geringer N-Transfer in die Nachfrucht zu erwarten ist. Bei der gezeigten Wirkung von legumen Zwischenfrüchten in Reinsaat auf Ertrag und Qualität der Nachfrucht Sommerweizen muss beachtet werden, dass nur mit geeigneten Mischungspartnern eine zügige Aufnahme eventueller Restnitratmengen vor Winter sichergestellt werden kann.

## Literatur

- Bergkvist G, Stenberg M, Wetterlind J, Båth B, Elfstrand S, 2011: Clover cover crops under-sown in winter wheat increase yield of subsequent spring barley - Effect of N dose and companion grass. *Field Crops Research* 120, 292-298, <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.11.001>
- Cicek H, Thiessen JR, Bamford KC, Entz MH 2015: Late-season catch crops reduce nitrate leaching risk after grazed green manures but release N slower than wheat demand. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 202, 31-41, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.12.007>
- Sieling K 2019: Improved N transfer by growing catch crops - a challenge, *Journal für Kulturpflanzen*, 71 (6). 145-160, <https://doi.org/10.5073/JfK.2019.06.01>
- Stumm C, Rohling M, Döring T 2019: Einfluss der Stickstoffaufnahme verschiedener Zwischenfrüchte auf die Nitratverlagerung über Winter und die potentielle Stickstoffnachlieferung für die Folgefrucht. In: Mühlrath et al. 2019: *Innovatives Denken für eine nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft. Beiträge zur 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, Verlag Dr. Köster, Berlin, 36-39, [https://orgprints.org/id/eprint/36045/1/Beitrag\\_112\\_final\\_a.pdf](https://orgprints.org/id/eprint/36045/1/Beitrag_112_final_a.pdf)