

Fruchtfolge erweitern oder Düngung reduzieren – Was bringt das für die N-Bilanz?

Dr. Ines Bull

Die von der Düngeverordnung geforderten Stickstoff-Bilanzziele sind aktuell ein heftig diskutiertes Thema. Neben einer Verbesserung der Ausnutzung organischer Dünger, der Optimierung der N-Düngung und vielen weiteren acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen kann auch eine Veränderung der Fruchtfolge oder eine allgemeine Reduzierung der N-Düngung die N-Salden verringern.

In welcher Größenordnung die Düngungsreduzierung oder eine moderate Erweiterung einer typischen nordostdeutschen Mähdruschfruchtfolge zur Reduzierung der N-Bilanz beitragen kann, soll beispielhaft für einen Standort in Mecklenburg-Vorpommern vorgestellt werden. Dafür werden erste Versuchsergebnisse eines Dauerversuches zur Thematik „N-Effizienz in Fruchtfolgen“ genutzt, der 2015 an der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern initiiert wurde.

Typische Marktfrucht-Fruchtfolgen sind in Nordostdeutschland wenig variantenreich aus Winterraps, Winterweizen und Wintergerste zusammengesetzt. Mit mittleren N-Salden von ca. 50 und 95 kg/ha bei Winterweizen und Winterraps aus den vergangenen Jahren kann das geforderte Ziel einer N-Bilanz ≤ 50 kg/ha in den engen Fruchtfolgen nicht eingehalten werden (2012 – 2017, Referenzbetriebsauswertung der Landesforschungsanstalt, Zieseimer 2017).

Reduzierte Düngung

Eine einfache Lösung besteht in einer Reduzierung der N-Düngung. Damit sind naturgemäß eine Erhöhung der N-Effizienz (Quotient aus N-Abfuhr und N-Düngung) und so die Reduzierung verbleibender N-Salden verbunden (Abbildung 1 und 2). Zu beachten ist bei den Abbildungen, dass das Auswinterungsjahr 2016 die Ergebnisse sehr ungünstig beeinflusst. Für Winterraps war zusätzlich das Jahr 2017 mit schlechten Erträgen verbunden. Der Zusammenhang aber ist allgemeingültig. Eine langfristige Erhöhung der N-Effizienz auf über 90% erfolgt jedoch zulasten des Humusvorrates im Boden und ist deshalb genauso unerwünscht wie hohe N-Salden. Mit abnehmenden Humusgehalten wird langfristig das Ertragspotenzial des Standortes verringert, so dass diese Strategie bei N-Effizienzwerten $> 90\%$ nicht nachhaltig ist.

Die unterschiedlichen Verläufe der Kurven für die einzelnen Kulturen zeigen deren ungleiche N-Verwertung. Nach den Versuchsergebnissen scheinen Winterraps sowie Winterweizen nach Rapsvorfrucht stärker auf die N-Düngung zu reagieren als Stoppelweizen oder Wintergerste (steilere Kurven). Die N-Salden beim Stoppelweizen liegen über denen vom Rapsweizen, wobei die Differenz bei niedrigerer Düngung höher ausfällt. Winterraps fällt durch hohe N-Salden auf, während die Wintergerste selbst in der ungünstigen Fruchtfolgestellung nach zweimal Weizen die beste N-Effizienz aufweist.

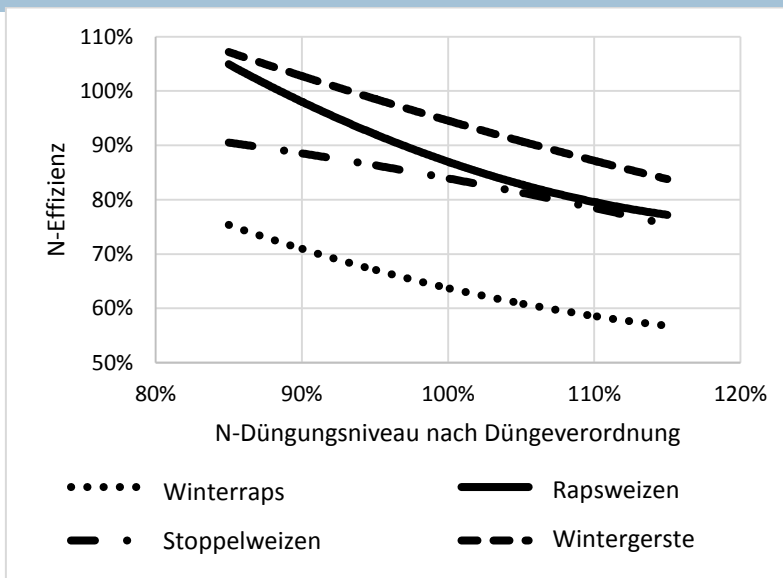


Abbildung 1: N-Effizienz in Abhängigkeit von Kulturart und N-Düngungshöhe, Gülzow 2015-2017

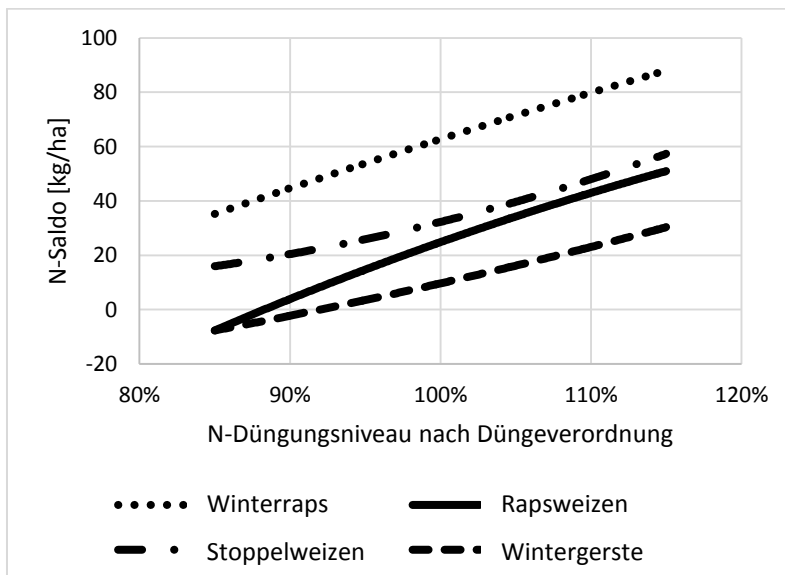


Abbildung 2: N-Saldo in Abhängigkeit von Kulturart und N-Düngungshöhe, Gülzow 2015-2017

Die Bewertung von N-Salden und N-Effizienz muss selbstverständlich über die gesamte Fruchtfolge hinweg erfolgen. Mit einer Düngungshöhe zwischen 90 und 110% wären im Versuch beide Zielgrößen (Bilanz ≤ 50 , Effizienz $\leq 90\%$, in der Abbildung grün hinterlegt) eingehalten. Aufgrund des hohen Witterungseinflusses, der noch kurzen Versuchsdauer und den im Allgemeinen ungünstigeren Werten in der Praxis werden die tatsächlichen Werte dort abweichen. Wichtig ist die Feststellung, dass mit einer Reduzierung der Düngungshöhe um 10% die N-Salden um 15 - 20 kg/ha verringert werden können. Eine Düngung über 100% der nach Düngeverordnung berechneten Werte ist nicht erlaubt (Abbildung 3).

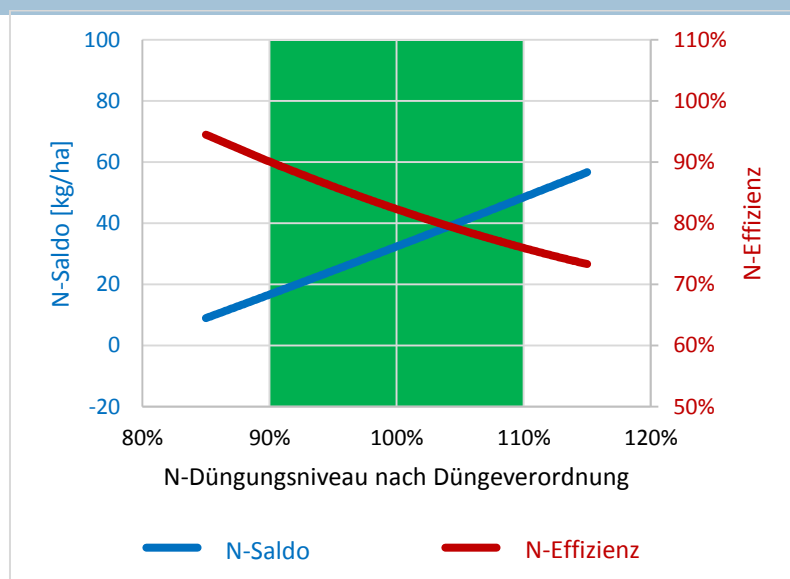


Abbildung 3: N-Saldo und N-Effizienz in Abhängigkeit von der N-Düngungshöhe der Fruchtfolge, Gülzow 2015-2017

Bei Wintertraps und Winterweizen nach Vorfrucht Raps sind im Gülzower Dauerversuch bisher keine bzw. kaum messbare Ertrags- und Qualitätsunterschiede der verschiedenen Düngungsvarianten feststellbar. Mit zunehmender Versuchsdauer und bei ungünstiger Vorfruchtstellung wirkt sich eine langfristig zu geringe Düngung jedoch negativ aus (Beispiel, Tabelle 1).

Tabelle 1: Abhängigkeit von Kornertrag und Proteingehalt bei Winterweizen (Vorfrucht Winterweizen) vom N-Düngungsniveau der Fruchtfolge nach drei Versuchsjahren, Gülzow 2017 (ungleiche Buchstaben = signifikante Unterschiede)

N-Düngung	Kornertrag	Proteingehalt
85%	82,1 b	11,7 a
100%	85,7 a, b	12,6 b
115%	89,7 a	12,9 b

Veränderte Fruchtfolge

Die Umstellung einer Fruchtfolge mit dem Ziel der Einhaltung der N-Bilanz erfordert eine umfangreichere Planung als die einfache Düngungsreduzierung. Im Feldversuch verlangt die seriöse Erfassung echter Fruchtfolgeeffekte vor allem viel Zeit. Vor dem Ablauf von mindestens zwei Rotationen sind keine messbaren Effekte zu erwarten. Zu langfristig sind die Wirkmechanismen, zu groß die Überlagerung durch jährlich schwankende Faktoren wie Witterung, Krankheits- oder Schädlingsdruck. Einflüsse der Düngungsstrategie und direkte Vorfruchteinflüsse können jedoch schon früher gemessen werden. Deshalb werden für Beispielkalkulationen kurz- und mittelfristige Wirkungen von Vorfrüchten entsprechend der Versuchsergebnisse und Referenzbetriebsauswertungen aufgeführt, Fruchtfolgewirkungen entsprechend der Anbaukonzentration jedoch anhand der Fachliteratur geschätzt (Tabellen 2 und 3). Das zugrundeliegende mittlere Ertragsniveau wurde in Anlehnung an die Ertragsergebnisse der Referenzbetriebe der LFA der letzten Jahre festgelegt.

Tabelle 2: geschätzter Kornertrag nach dem Anbauanteil in der Fruchtfolge (Literaturlauswertung)

Kultur	Anbauanteil [%]	Ertrag [% vom Standortoptimum]
Winterraps	25	95
Winterweizen/ Wintergerste	75	90
Winterweizen/ Wintergerste	50	93

Tabelle 3: Einfluss der Vorfrucht auf den Kornertrag von Winterweizen (Referenzbetriebsauswertung und Versuchsergebnisse)

Vorfrucht	Ertragsdifferenz bei Winterweizen zu einem mittleren Ertrag [dt/ha]
Winterraps/ Klee gras	+ 3
Winterweizen/ Wintergerste	- 3
Hafer	+ 1
Silomais	0

Im Gülzower Dauerversuch „N-Effizienz in Fruchtfolgen“ werden drei Fruchtfolgen im Vergleich zur Standard-Fruchtfolge 1: Winterraps – Winterweizen – Winterweizen – Wintergerste angebaut. Dabei starten aus Gründen der Praxisrelevanz alle Fruchtfolgen mit Winterraps – Winterweizen und beinhalten 50% Winterweizen. Im Sinne einer besseren Vergleichbarkeit bleiben alle Fruchtfolgen vierfeldrig. Fruchtfolgen mit Ackerfutter werden anteilig organisch gedüngt und vor Sommerkulturen steht eine Zwischenfrucht. Alle Kulturen werden entsprechend der Düngeverordnung gedüngt.



Abbildung 4: Gülzower Dauerversuch „N-Effizienz in Fruchtfolgen“

Die N-Effizienz einer Fruchtfolge kann mit dem Anbau einer besonders N-effizienten Kultur verbessert werden. Mit der Fruchtfolge 2: Winterraps – Winterweizen – Silomais – Winterweizen wird die bekannt gute N-Verwertung des Mais genutzt. Diese auch ökonomisch vorteilhafte Fruchtfolge setzt eine Verwertung oder Abnahme für den Mais voraus. Mit Fruchtfolge 3 wird die gleiche Strategie im Marktfruchtanbau umgesetzt, in

dem ein Sommergetreide – hier im Beispiel Hafer – statt Silomais angebaut wird. Auch für das Sommergetreide gehört das Sichern von Verkaufsmöglichkeiten unbedingt zur Anbauplanung. In Fruchtfolge 4 soll eine höhere N-Effizienz über eine optimale Vorfrucht für den zweiten Weizen und möglicherweise einen langfristigen Humusaufbau erreicht werden. Dazu wird Klee gras in die Fruchtfolge integriert. Selbstverständlich würde in der Praxis ein guter Bestand länger als ein Jahr genutzt werden, was bei einer Ergebnisbewertung berücksichtigt werden muss (Tabelle 4).

Die Diskussion um den Winterrapsanteil in der Fruchtfolge soll hier nicht betrachtet werden. Ob zukünftig bei nur drei Jahren Anbaupause und der hohen Anbaukonzentration von Raps mittlere Erträge von 41 dt/ha weiterhin realistisch sind, ist allerdings fraglich.

Tabelle 4: kalkulierte Erträge bei N-Düngung 100%

Fruchtfolge 1	Winterraps	- Winterweizen	- Winterweizen	- Wintergerste
	41 dt/ha	81 dt/ha	75 dt/ha	75 dt/ha
Fruchtfolge 2	Winterraps	- Winterweizen	- Silomais	- Winterweizen
	41 dt/ha	83 dt/ha	154 dt TM/ha	80 dt/ha
Fruchtfolge 3	Winterraps	- Winterweizen	- Hafer	- Winterweizen
	41 dt/ha	83 dt/ha	60 dt/ha	81 dt/ha
Fruchtfolge 4	Winterraps	- Winterweizen	- Klee gras	- Winterweizen
	41 dt/ha	83 dt/ha	90 dt TM/ha	83 dt/ha

Im Ertragsvergleich zwischen den Fruchtfolgen stehen die höheren Erträge des ersten und zweiten Weizens in der Fruchtfolge zusammen mit dem Ertrag der alternativ zum Stoppelweizen angebauten Kultur dem Ertrag der Wintergerste gegenüber. In den Versuchsergebnissen zu N-Saldo und N-Effizienz sind noch keine langfristigen Effekte enthalten. Trotzdem konnten hier Vorteile ermittelt werden. Selbst für Fruchtfolge 3 mit organischer Düngung und der in der N-Bilanz anzurechnenden N-Fixierung aus dem Klee gras wurde der N-Saldo nicht negativ beeinflusst (Tabelle 5).

Tabelle 5: Bewertung der Fruchtfolgen 2-4 im Vergleich zu Fruchtfolge 1

Ertrag alternativer Kultur			Differenz zur Fruchtfolge 1		
(kalkuliert)			Weizenertra g (1. und 2. Weizen; kalkuliert)	N-Saldo (Versuchsergebnisse)	N-Effizienz
Fruchtfolge 1	Wintergerste:	75 dt/ha	-	-	-
Fruchtfolge 2	Silomais:	154 dt TM /ha	+ 7 dt/ha	- 30 kg/ha	+11 %-Punkte
Fruchtfolge 3	Hafer:	60 dt/ha	+ 8 dt/ha	- 10 kg/ha	+3 %-Punkte
Fruchtfolge 4	Kleegras:	90 dt TM/ha	+ 10 dt/ha	0 kg/ha	+2 %-Punkte

Zusammenfassung

Zur Einhaltung der maximal zulässigen N-Bilanz von 50 kg/ha sind Anstrengungen in vielen Bereichen notwendig. Durch eine moderate Erweiterung der Fruchtfolge und den Verzicht auf Stoppelweizenanbau kann die N-Bilanz um 10 – 30 kg/ha reduziert werden. Eine angepasste organische Düngung wirkt dabei nicht negativ. Effekte einer Veränderung des Humusgehaltes sind nur langfristig zu erreichen. Über eine einfache Reduzierung des N-Düngereinsatzes lässt sich ebenfalls die N-Bilanz verringern. Hier kann je 10% Düngungsreduzierung mit 15 – 20 kg niedrigeren N-Salden gerechnet werden. Langfristig sehr geringe oder sogar negative N-Salden bzw. N-Effizienzen ≥ 90 % sind jedoch als nicht nachhaltige Wirtschaftsweise abzulehnen.