



Lehr- und Forschungsschwerpunkt
"Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft"

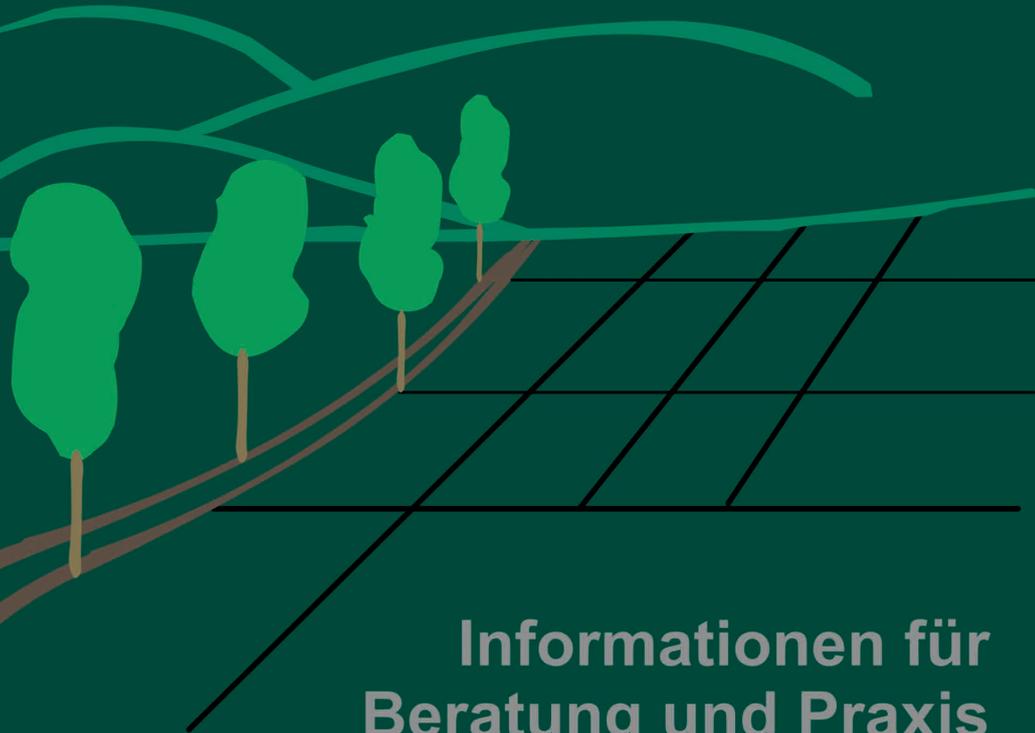


Landwirtschaftliche Fakultät der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität

Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen



Viehlose Fruchtfolgen Gemüse - Klee gras - Düngung



Informationen für
Beratung und Praxis

Impressum

Autorin:

Dr. Claudia Hof-Kautz
Landwirtschaftskammer NRW
Versuchszentrum Gartenbau
Gartenstr. 11, 50765 Köln-Auweiler
Tel.: 0221-5340 177
Fax: 0221-5340 299
Claudia.Hof-Kautz@lwk.nrw.de



Redaktion:

Dipl.-Ing. agr. Christoph Stumm
Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz
Abt. Agrarökologie & Organischer Landbau
Auf dem Hügel 6, 53121 Bonn
Tel.: 0228-73 2038
leitbetriebe@uni-bonn.de



Homepage

www.leitbetriebe.oekolandbau.nrw.de

www.oekolandbau.nrw.de

www.aol.uni-bonn.de

1. Auflage: Stand 3. August 2019

Viehlose Fruchtfolgen

Gemüse – Klee gras – Düngung

Dr. Claudia Hof-Kautz, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

Wie entwickeln sich langjährige viehlose Fruchtfolgen unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus? - Fazit

Guter Boden – wie hier eine Parabraunerde aus Löß in Auweiler bei 70 Bodenpunkten – kann viehlose auch intensivere Fruchtfolgen lange Zeit ernähren. Insgesamt sinkt das Ertragsniveau aber deutlich ab über die betrachteten 20 Jahre und ist für einen solchen Boden nicht zufriedenstellend. Bei vielen der gemessene Parameter kommt die intensivere Fruchtfolge, die absichtlich nicht den Grundsätzen einer ökologischen Fruchtfolgegestaltung entspricht, besser weg als die extensive Fruchtfolge. Möglicherweise führt die streifenartige Versuchsanlage aufgrund von Bodenunterschieden zu Fehlinterpretationen und die Ergebnisse sind mit Vorsicht zu bewerten! Eine Düngung nur mit Stickstoff und Kalium zu einigen wenigen Kulturen innerhalb der Fruchtfolge reicht auf Dauer nicht aus, um die Bodenfruchtbarkeit zu halten. Alle gemessenen Bodenwerte sinken ab. P und K liegen am Ende in Versorgungsstufe B, was im Ökolandbau als nicht ausreichend gilt. Die Nährstoffbilanzen sind mit Düngung nur unwesentlich verbessert. Die rechnerischen Humusbilanzen zeigen, dass die extensive Fruchtfolge theoretisch bessere Bodenfruchtbarkeit hinterlassen müsste. Der Erhalt der Bodenfruchtbarkeit in viehlosen Fruchtfolgen ist also schwierig, auch eine einjährige Klee grasbrache kann nur bedingt einen Ausgleich bringen. Das Klee gras erbringt keinen monetären Ertrag, fördert aber die Bodenfruchtbarkeit und stabilisiert die Erträge. Insgesamt schneidet die intensivere Fruchtfolge 1 mit ökonomisch starken Kulturen im Deckungsbeitrag wesentlich besser ab als die extensive Fruchtfolge 2 mit ökonomisch schwächeren Kulturen. Daher müssen neue Konzepte zur Düngung und langfristigen Stabilisierung und Steigerung der Erträge entwickelt werden. Diese Versuchsfläche ist wertvoll, da sie nun den Rahmen bietet genau diese Fragestellung zu bearbeiten.

Grundsätze der Fruchtfolgegestaltung

Auch in viehlosen Fruchtfolgen gilt es auf lange Sicht die Nährstoffkreisläufe zu schließen. (Abb. 1). Die vorgestellten zwei Fruchtfolgen aus dem Dauerfeldversuch über 20 Jahre im Gartenbauzentrum Köln-Auweiler entsprechen diesen Grundsätzen nicht, daher sollen vorangestellt ein paar wichtige Aussagen formuliert werden.

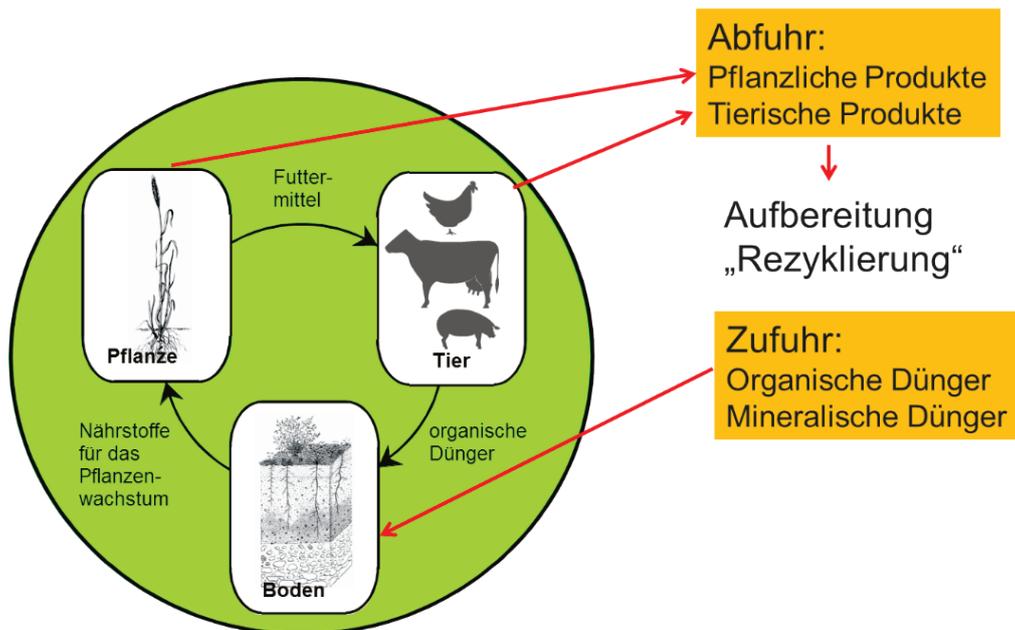


Abb.1: Symbolische Darstellung des Nährstoffkreislaufs, Kolbe 2015

Schaut man sich die humuswirksamen Fruchtfolgeregeln und die weiteren Fruchtfolgegrundsätze an (Tab. 1), so ist in der untersuchten Fruchtfolge 1 kein Klee gras in der Fruchtfolge vorhanden, es stehen dort fast ausschließlich Sommerfrüchte und Futterleguminosen oder Zwischenfrüchte zur Gründüngung tauchen nur 4 einmal auf. Es gibt auch kaum unkrautunterdrückende Kulturen im Gegenteil ist sind viele Hackfrüchte vorhanden. Die Humus- und Nährstoffbilanzen wurden nicht beachtet. Dies war zunächst auch so gewünscht, um extreme Herausforderungen aufzuzeigen.

In der untersuchten Fruchtfolge 2 gibt es ein einjähriges Klee gras, den Wechsel von Sommer- und Winterungen sowie Zwischenfrüchte und Gemenge. Aber auch hier wurden im Vorhinein die Humus- und Nährstoffbilanzen trotz Düngungsvariante nicht beachtet.

Tab. 1: Humuswirksame Fruchtfolgeregeln (FiBL Dossier 2013) und weitere Fruchtfolgegrundsätze (Kolbe 2008)

Humuswirksame Fruchtfolgeregeln	<ul style="list-style-type: none">• Min. 20 % Klee gras in der Fruchtfolge• Max. 60 % Getreide in der Fruchtfolge und höchstens 20 % einer einzelnen Kulturart• Wechsel zwischen:<ul style="list-style-type: none">– Blatt- und Halmfrüchten– humusmehrenden und humuszehrenden Kulturen– Winter- und Sommerfrüchten– Früh- und Spätsaaten• Anbau von Zwischenfrüchten zur Gründüngung
Weitere Fruchtfolgegrundsätze	<ul style="list-style-type: none">• Hauptfrucht- Leguminosenanteil in der Fruchtfolge von 25-35%• Futterleguminosen oder Leguminosen als Grünbrache min. einjährig• Stellung von unkrautempfindlichen Arten bzw. von Kulturen mit langsamer Jugendentwicklung nach unkrautunterdrückenden Fruchtarten• Anbaupausen der Kulturen beachten• Anbau von Zwischenfrüchten und Untersaaten für einen möglichst ganzjährigen Schutz des Bodens durch Bewuchs• Anbau bestimmter Hauptfruchtarten in Gemengen (z.B. Klee gras, Hafer-Erbsen-Gemenge)• Beachtung des Vorfruchtwertes bei der Wahl der Nachfrüchte• Fruchtfolgen entsprechend Betriebstyp, Standort- und Klimaansprüchen ausrichten• Je Fruchtfolgerotation incl. Düngung mindestens ausgeglichene Nährstoff und Humusbilanzen anstreben

Einleitung

Immer mehr Öko-Betriebe spezialisieren sich und wirtschaften viehlos oder viehschwach. Daher prüfte die LWK NRW in einem Dauerversuch von 1998 bis 2017 den Einfluss von differenzierter Fruchtfolgegestaltung und Nährstoffversorgung auf die Erträge und Qualitäten der angebauten Früchte, N_{min} -Gehalte im Boden, Humusgehalte, pH-Werte und Grundnährstoffe im Boden sowie die Nährstoffbilanz und die Wirtschaftlichkeit in einem viehlosen ökologischen Anbausystem im Gartenbauzentrum Köln-Auweiler. Ergebnisse aus 20 Jahren werden im Folgenden dargestellt.

Material & Methoden

Der Versuch ist als zweifaktorielle Streifenanlage mit zwei echte und zwei unechte Wiederholungen am Versuchszentrum Köln-Auweiler angelegt worden und kann daher nur beschreibend dargestellt werden. Es wurden zwei Fruchtfolgen FF1 intensiver vs. FF2 extensiver gegenübergestellt. Die Kulturen innerhalb eines Fruchtfolgefeldes sind in den Jahren teilweise abgewandelt worden. Die Faktoren Fruchtfolge und Düngung umfassen die folgenden Prüfglieder:

1. Faktor: Fruchtfolge

Fruchtfolgefeld (FFF)	Fruchtfolge 1 (FF1, intensiv):	Fruchtfolge 2 (FF2, extensiv)*:
1	Ackerbohnen (1998 u. 2001 Erbsen) mit Zwischenfrucht Winterwicke	Kleegras
2	Porree ab 2012 (davor Weißkohl)	Sellerie 1998-2012 und 2014; Fenchel nur 2013; ab 2015 Porree (früh)
3	Kartoffeln	1999, 2000, 2002 Winterweizen, sonst Sommerweizen, ab 2016 Winterackerbohne+Triticale Gemenge
4	Sommerweizen (2002 Winterweizen), teilweise Zwischenfrucht Weißklee	Kartoffeln
5	Möhren	Winterroggen (1998-99 Sommerroggen) + Untersaat Kleegras

*in der Fruchtfolge 2 wurde in den letzten 5 Jahren versucht mehr Zwischenfrüchte, Untersaaten (z.B. TerraLifeSolanum vor Kartoffeln, Untersaat Ölrettich nach Kartoffeln) oder Kleegrastransfer vom Fruchtfolgefeld Kleegras zum Fruchtfolgefeld Kartoffeln einzubinden. Diese Ansätze konnten aus versuchstechnischen Gründen nicht immer umgesetzt werden.

2. Faktor: Düngung

D0 = ohne Düngung

D1 = mit Patentkali zu Möhren 180 kg K₂O/ha (FF1, FFF5), Weißkohl/Porree 120 kg K₂O/ha (FF1, FFF2) und Sellerie/Porree 120 kg K₂O/ha (FF2, FFF2) sowie N-Düngung in Form von Haarmehlpellets zu Weißkohl/Porree 120 kg N/ha (FF1, FFF2) und Sellerie/Porree 80 kg N/ha (FF2, FFF2)

Standortbeschreibung

Der Standort Köln-Auweiler verfügt über eine Parabraunerde, wo sandig-lehmigen Böden mit 60-80 Bodenpunkte vorherrschen (AZ 65-82). Diese Böden haben eine mittlere bis hohe Nährstoff-Austauschkapazität, sind nährstoffreich mit einer hohen nutzbaren Feldkapazität, einer hohen kapillaren Wasserleitfähigkeit, einer guten Wasserspeicherfähigkeit und einer guten Durchlüftung. Es handelt sich um mäßig warme Böden mit ggf. Verschlemmungsgefahr an der Oberfläche. Diese Böden sind sehr gut für den Anbau von landwirtschaftlichen Intensivkulturen geeignet.

Erträge

Bei den Druschfrüchten erbrachte der Weizen im Mittel höchste Erträge in der Fruchtfolge 2 mit Düngung, da er hier direkt nach dem Gemüsefruchtfolgefeld stand (Abb. 1). Alle Erträge der Früchte sind in den einzelnen Jahren auch in Tabelle 1 im Anhang dargestellt. Im Mittel über 20 Jahre können keine Unterschiede in den Fruchtfolgefeldern Erbse/Ackerbohne und Roggen aufgezeigt werden.

Bei den Kartoffeln gab es ebenso kaum Unterschiede im Mittel über 20 Jahre. Etwas besser standen sie in Fruchtfolge 1 mit Düngung (Abb. 2), da sie dort direkt nach dem Gemüsefruchtfolgefeld standen.

Das Gemüse (Weißkohl/Porree – Sellerie/Fenchel/Porree) stand in der Regel mit Düngung besser da, wurde ja auch direkt gedüngt. Die Möhre am Ende der Fruchtfolge zeigte keine Unterschiede in den Düngungsstufen.

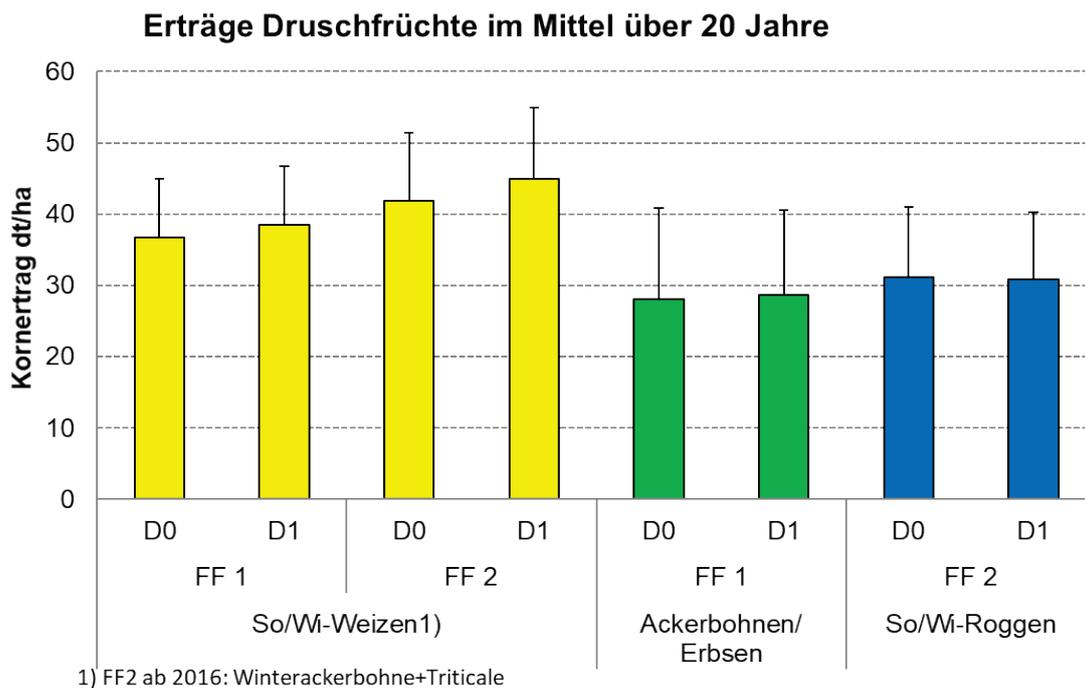


Abb. 1: Ertrag der Druschfrüchte in den Fruchtfolgen 1 und 2 (FF 1, FF 2) bei zwei Düngungsstufen (D0, D1) im Mittel der Jahre 1998-2017 (Fehlerbalken geben die Standardabweichung in % wieder)

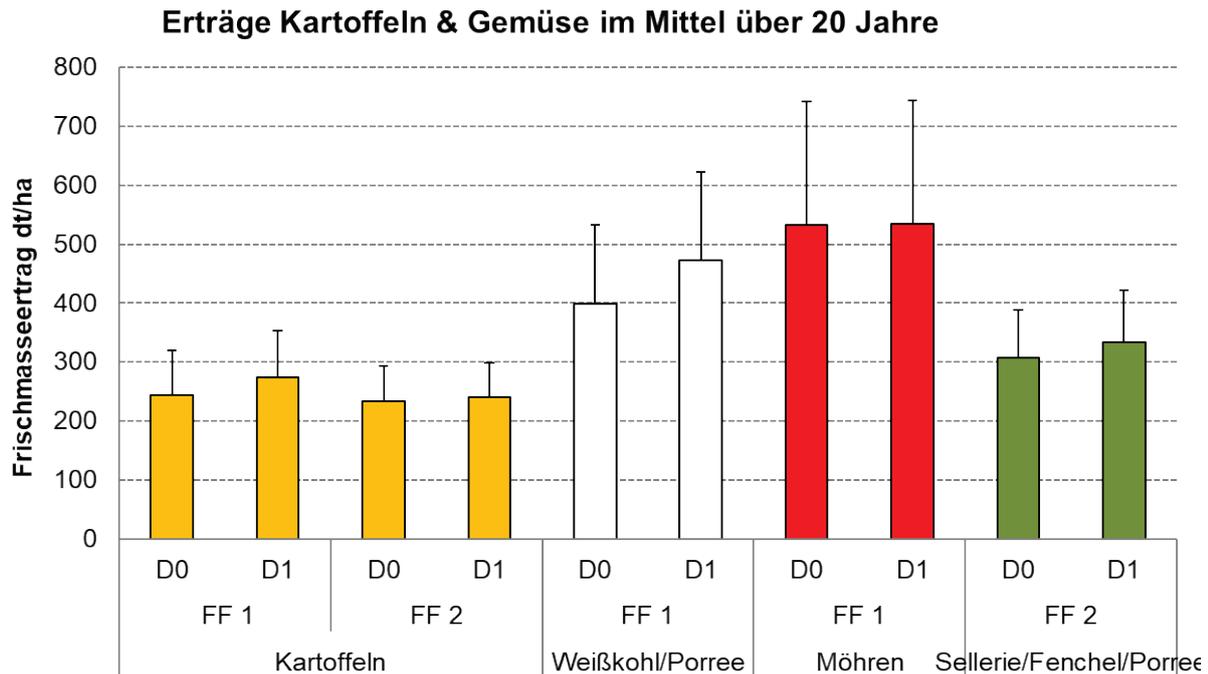


Abb. 2: Ertrag der Kartoffeln und des Gemüses in den Fruchtfolgen 1 und 2 (FF 1, FF 2) bei zwei Düngungsstufen (D0, D1) im Mittel der Jahre 1998-2017 (Fehlerbalken geben die Standardabweichung in % wieder)

Im Mittel über die Jahre ist also nicht viel zu erkennen. Schaut man sich die Entwicklung der einzelnen Kulturen über die Zeit an, ergibt sich ein anderes Bild:

Die Erträge des Weizens schwanken in den Jahren im Mittel der Fruchtfolgen und Düngungsstufen zwischen 28 und 52 dt/ha und nehmen über die Zeit von um die 50 dt/ha auf um die 30 dt/ha ab (Abb.3). Dabei liegt der Ertrag des Weizens in der Fruchtfolge 2 mit 43 dt/ha im Mittel der Jahre tendenziell über dem Ertrag in der Fruchtfolge 1 mit 38 dt/ha. In der Fruchtfolge mit Düngung steht der Weizen mit im Mittel 42 dt/ha etwas besser da als ohne Düngung (39 dt/ha). Die Fruchtfolge scheint hier den größeren Einfluss zu haben.

Die Möhren standen nur in der Fruchtfolge 1. Die Erträge schwankten sehr stark zwischen den Jahren (Abb. 4). Im Mittel waren die Werte mit (534 dt/ha) oder ohne (532 dt/ha) Düngung in etwa gleich hoch. In der Tendenz zeigt die Trendlinie aber auch hier einen Ertragsabfall über die 20 Jahre an.

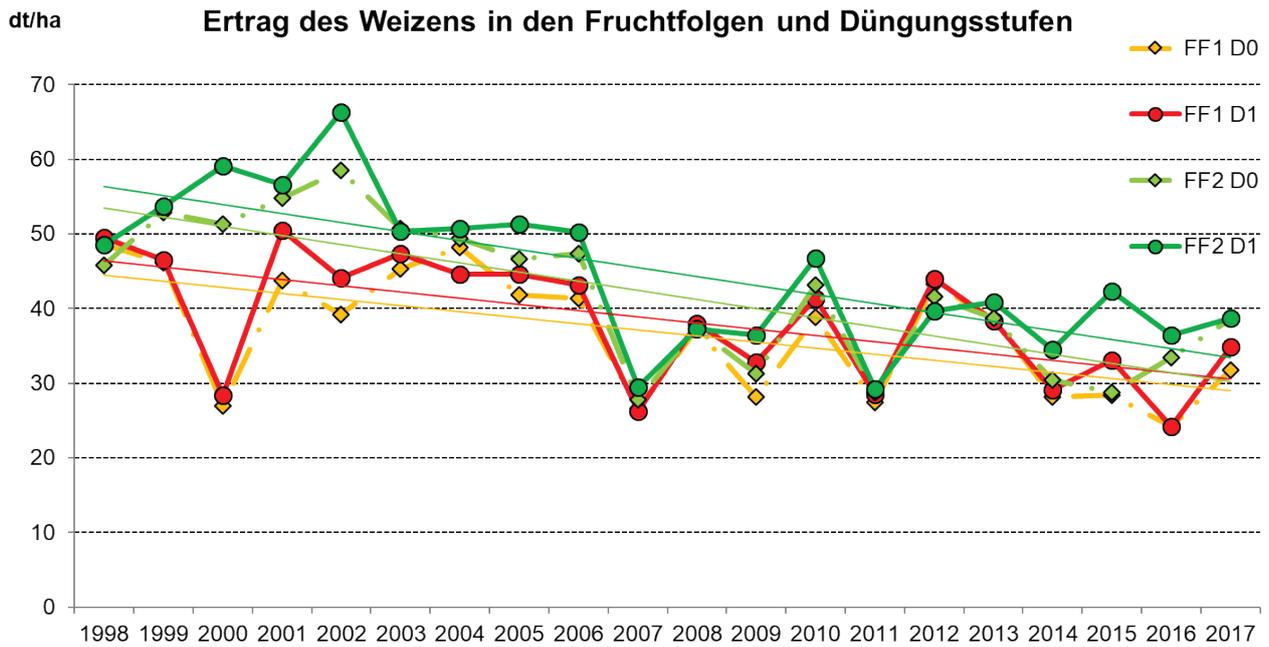


Abb. 3: Ertrag des Weizens in den Fruchtfolgen 1 und 2 (FF 1, FF 2) bei zwei Düngungsstufen (D0, D1) über die Jahre 1998 bis 2017 (mit Trendlinien)

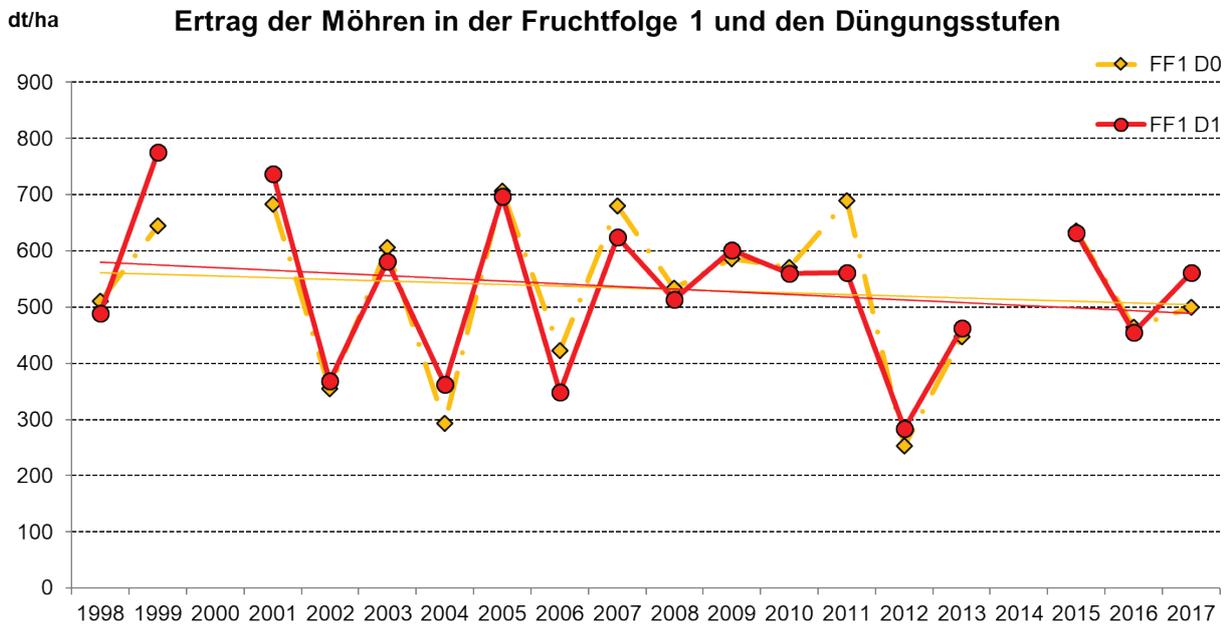


Abb. 4: Ertrag der Möhren in der Fruchtfolgen 1 (FF 1) bei zwei Düngungsstufen (D0, D1) über die Jahre 1998 bis 2017 (mit Trendlinien)

Im Fruchtfolgefeld Ackerbohne/Erbse ebenfalls nur in der Fruchtfolge 1 vorhanden, zeigt sich ein ähnliches Bild: starke Ertragsschwankungen zwischen den Jahren, im Mittel mit (29 dt/ha) und ohne (28 dt/ha) Düngung keine Ertragsunterschiede, in der Tendenz stärker fallende Erträge über 20 Jahre von anfänglich um die 35 dt/ha auf ca. 20 dt/ha am Ende (Abb. 5).

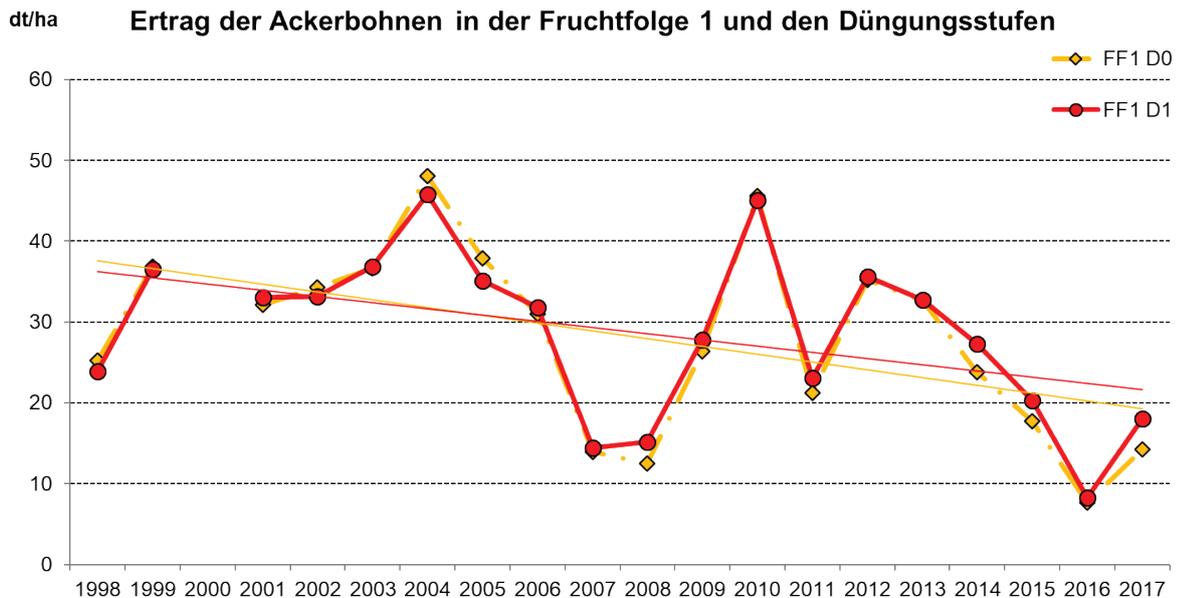


Abb. 5: Ertrag der Ackerbohne/Erbse in der Fruchtfolgen 1 (FF 1) bei zwei Düngungsstufen (D0, D1) über die Jahre 1998 bis 2017 (mit Trendlinien)

Im Fruchtfolgefeld Gemüse gab es öfter einen Wechsel der Kulturen. Auch hier schwanken die Erträge beträchtlich zwischen den Jahren (Abb. 6). Im Mittel war der Ertrag in der FF1 bei D1 mit 474 dt/ha am Höchsten. Im Mittel über alle Jahre und die Düngung kam die FF1 auf 436 dt/ha und erbrachte damit um 116 dt/ha mehr als FF2 (320 dt/ha). Im Mittel über die Jahre und Fruchtfolgen kam die D1 auf 403 dt/ha und erbrachte damit um 51 dt/ha mehr als ohne Düngung (353 dt/ha). Die Fruchtfolge war also wieder entscheidender als die Düngung. Vom Trend fällt der Ertrag in der intensiveren Fruchtfolge 1 stark ab, während er in der Fruchtfolge 2 relativ auf einem - wenn auch niedrigerem - Niveau bleibt bzw. sogar leicht ansteigt.

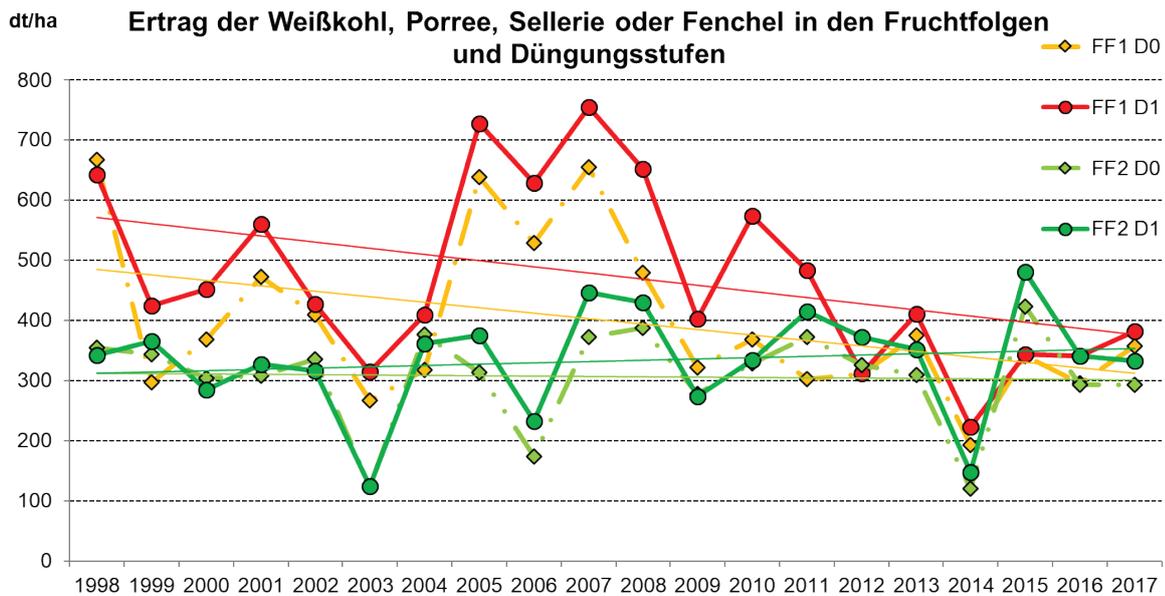


Abb. 6: Ertrag des Gemüses in den Fruchtfolgen 1 und 2 (FF 1, FF 2) bei zwei Düngungsstufen (D0, D1) über die Jahre 1998 bis 2017 (mit Trendlinien)

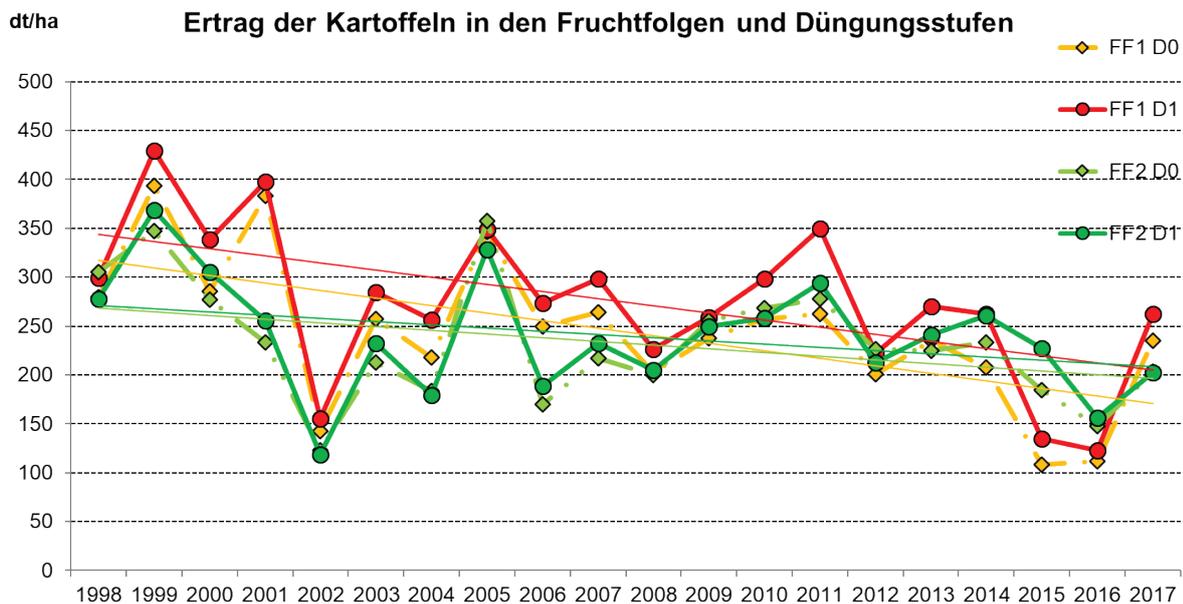


Abb. 7: Ertrag der Kartoffeln in den Fruchtfolgen 1 und 2 (FF 1, FF 2) bei zwei Düngungsstufen (D0, D1) über die Jahre 1998 bis 2017 (mit Trendlinien)

Bei den Kartoffeln liegen die Werte wieder dichter zusammen in den Fruchtfolgen und Düngungsstufen, hier entstehen die Schwankungen durch die Jahre (Abb. 7). Dennoch liegen die Erträge in der Fruchtfolge 1 mit Düngung mit im Mittel 275 dt/ha am Höchsten.

Im Mittel über alle Jahre und die Düngungsstufen hat die FF1 aber nur einen Vorsprung von 23 dt/ha gegenüber der FF2. Die Düngung ergibt im Mittel aller Jahre und der Fruchtfolgen einen Vorsprung von nur 19 dt/ha. Auch hier fällt die Trendlinie in der Fruchtfolge 1 stärker ab als in der FF2. Von anfänglich ca. 350 dt/ha am Standort, sind zum Ende des Versuches nur noch ca. 200 dt/ha geerntet worden.

Der Roggen ist das einzigste Fruchtfolgefeld, welches innerhalb dieser Versuchsdesigns über die Jahre einen Anstieg des Ertrags zeigt (Abb. 8). Der Roggen stand nur in der extensiveren Fruchtfolge 2. Von anfänglich ca. 28 dt/ha konnte er sich auf ca. 35 dt/ha steigern. Die Düngung hatte keinen Einfluss: beide Düngungsstufen kamen im Mittel der Jahre auf 31 dt/ha.

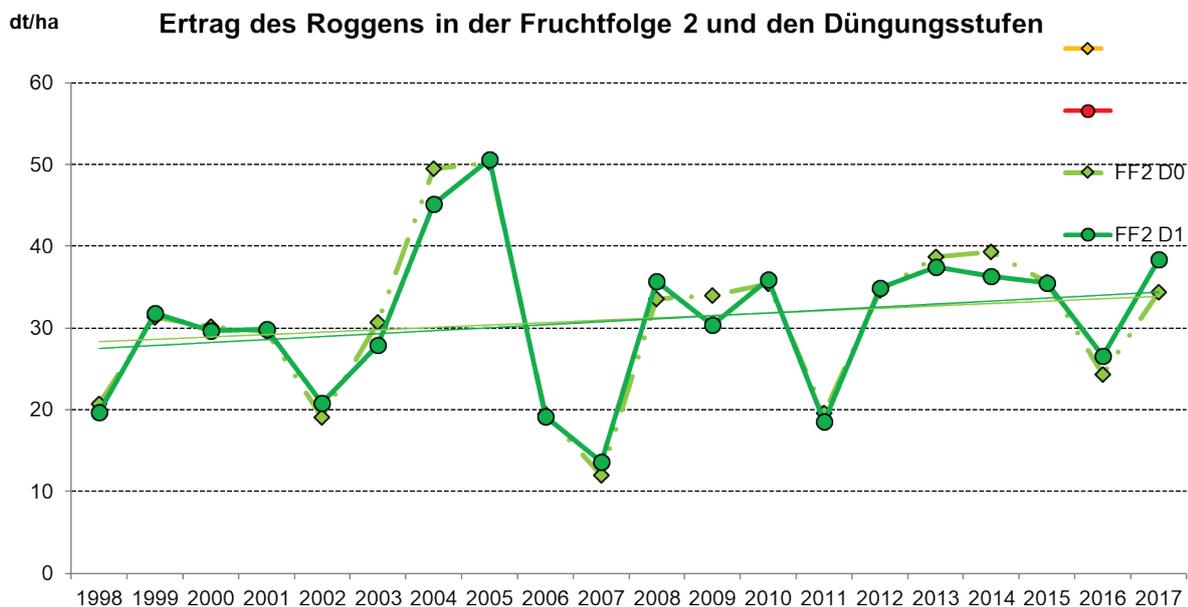


Abb. 8: Ertrag des Roggens in der Fruchtfolgen 2 (FF 2) bei zwei Düngungsstufen (D0, D1) über die Jahre 1998 bis 2017 (mit Trendlinien)

N_{min}-Werte im Boden

Im Mittel über alle 20 Jahre liegen im Frühjahr in Fruchtfolge 1 vor Sommerweizen, Ackerbohne und Kartoffeln etwas höhere N_{min}-Werte vor als vor Möhre und Weißkohl (Abb. 9). Mit Düngung (D1) scheint die Kartoffel nach gedüngtem Weißkohl etwas besser versorgt als ohne Düngung (D0). In Fruchtfolge 2 sind höchste N_{min}-Werte unter Sommerweizen (2. Jahr nach Klee gras, gehackt in Weite Reihe), gefolgt von Kartoffeln (3. Jahr nach Klee gras) und Sellerie (1. Jahr nach Klee gras) vorhanden.

Der Winterroggen (4. Jahr nach Klee gras) räumt den leicht verfügbaren Stickstoffvorrat offenbar gut aus. In der gedüngten Variante (D1) hat der Sommerweizen etwas mehr N_{\min} als ungedüngt (D0). Insgesamt sind aber in beiden Fruchtfolgen kaum bzw. keine Unterschiede zwischen gedüngter und ungedüngter Variante zu erkennen.

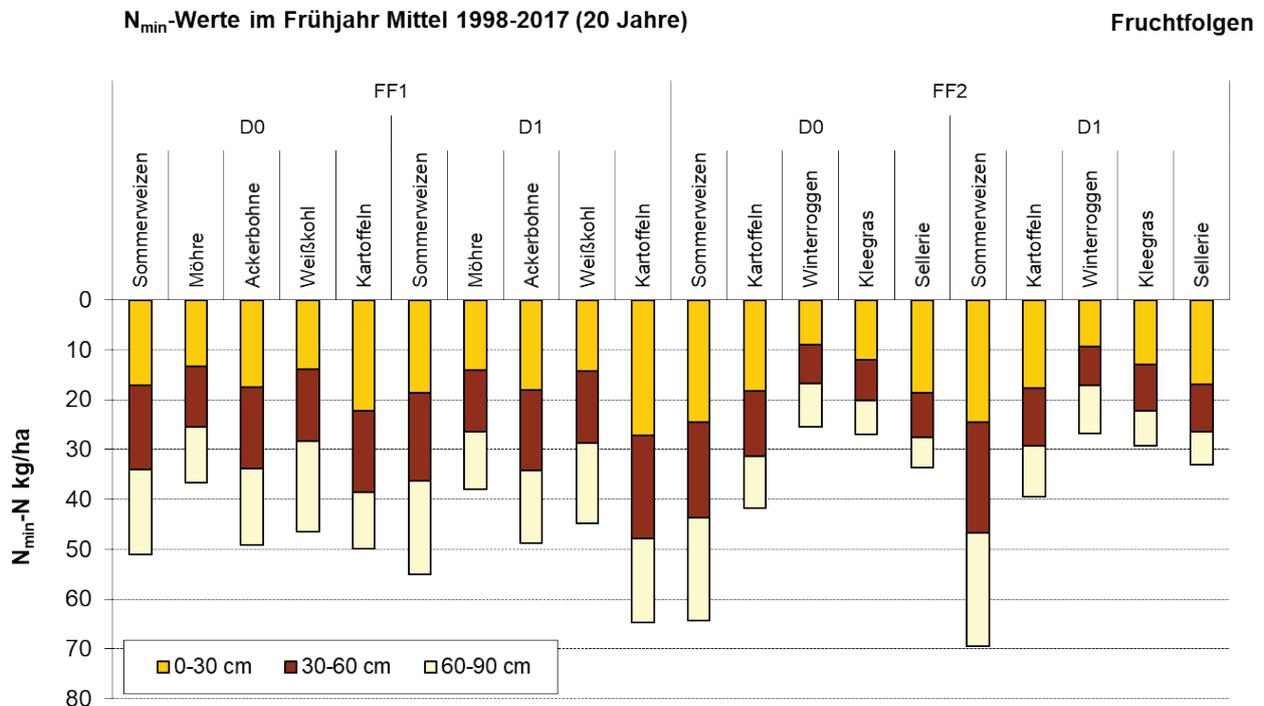


Abb. 9: N_{\min} -Gehalt im Boden im Frühjahr in den Fruchtfolgen 1 und 2 (FF 1, FF 2) bei zwei Düngungsstufen (D0, D1) im Mittel über 20 Jahre

Im Herbst/Winter sind im Mittel über 20 Jahre in Fruchtfolge 1 nach Ackerbohne und Kartoffeln höhere N_{\min} -Werte vorhanden (Abb. 10). In Fruchtfolge 2 liegen zu diesem Zeitpunkt höchste N_{\min} -Mengen nach Sellerie vor. Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten sind in beiden Fruchtfolgen nicht zu erkennen.

Über die Zeit ist in der Abbildung 11 zu erkennen, dass die Fruchtfolge 1 im Frühjahr im Mittel der Jahre in Düngungsstufen 19,4 kg N_{\min} -N/ha mehr zur Verfügung hat. Vermutlich kommen hier die Bodenunterschiede der Streifenanlage zum Tragen.

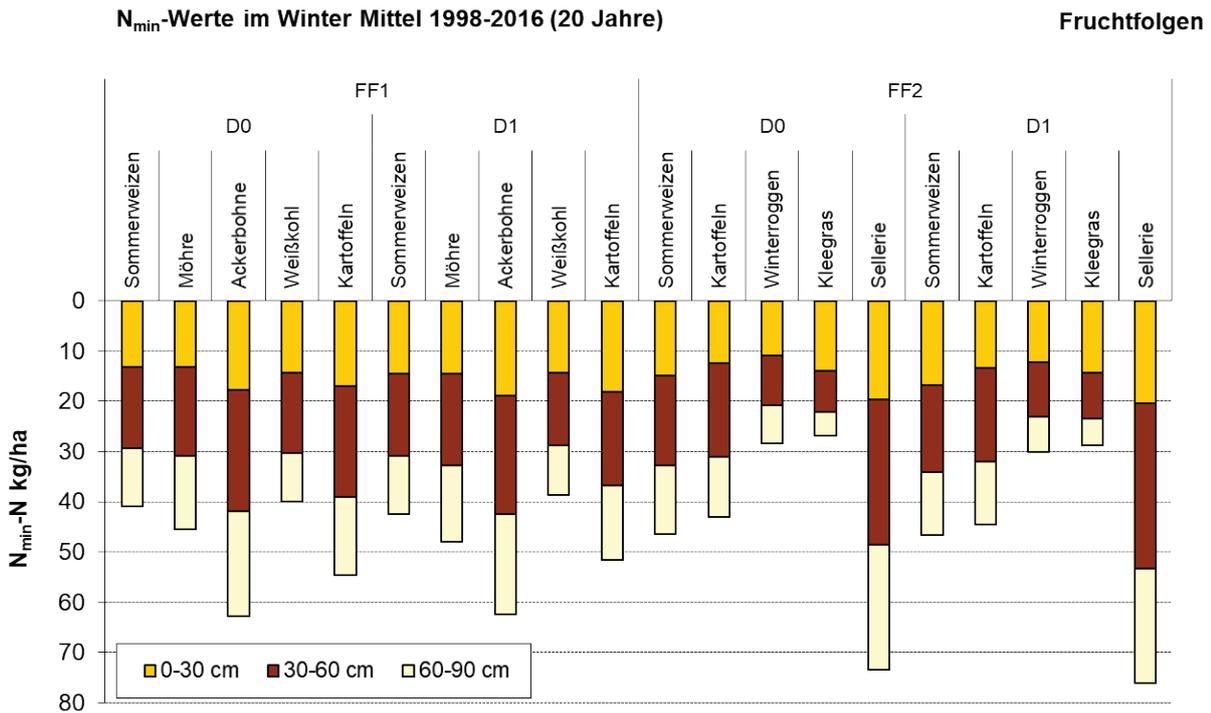


Abb. 10: N_{min}-Gehalt im Boden im Herbst/Winter in den Fruchtfolgen 1 und 2 (FF 1, FF 2) bei zwei Düngungsstufen (D0, D1) im Mittel über 20 Jahre

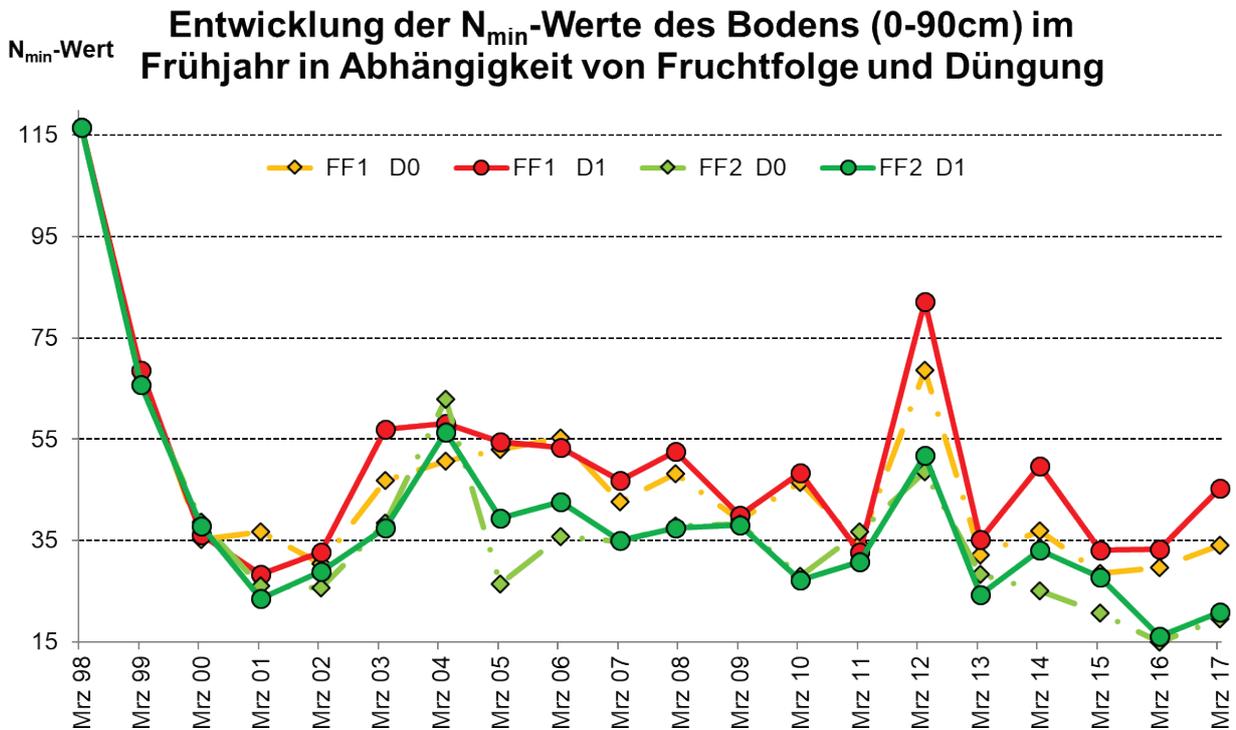


Abb. 11: N_{min}-Werte in den Fruchtfolgen (FF 1 & FF2) bei zwei Düngungsstufen (D0, D1) über die Jahre 1998 bis 2017

Humusgehalte, pH-Wert und Grundnährstoffe im Boden

Der Humusgehalt in den verschiedenen Fruchtfolgen und Düngungsstufen nahm über die Jahre kontinuierlich ab (Abb. 12). Allerdings war der Ausgangswert mit 3,0 auch sehr hoch. Der Humusgehalt scheint sich auf einem neuen Niveau einzupendeln, ist aber für den Ackerbau mit 1,7 recht niedrig. Die Prüfglieder Fruchtfolge und Düngung unterscheiden sich nur wenig.

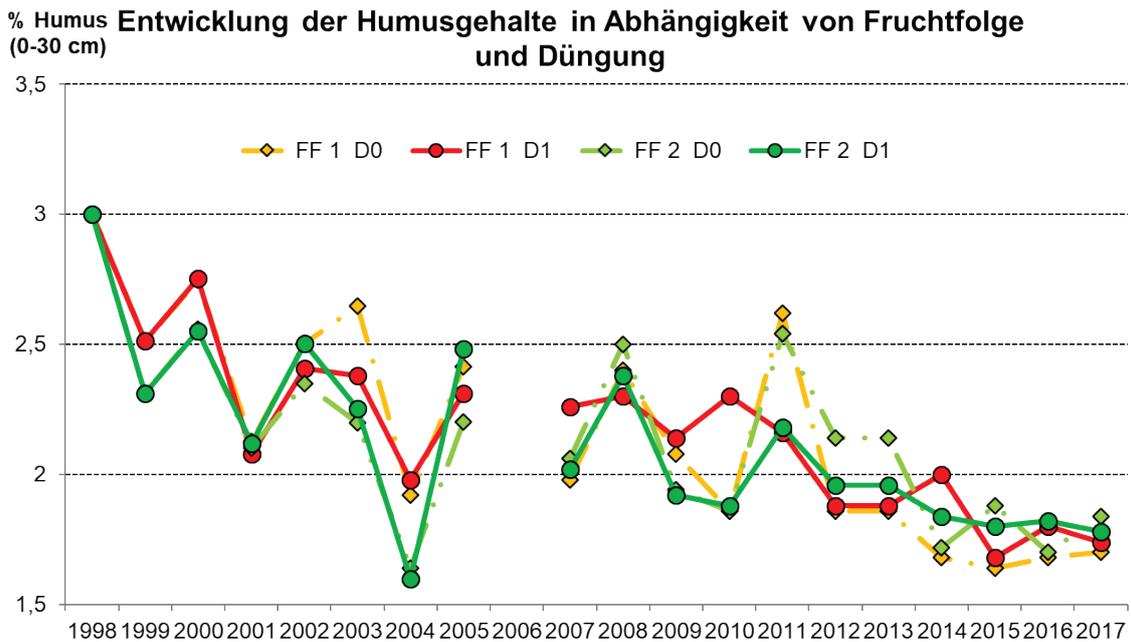


Abb. 12: Entwicklung der Humusgehalte des Bodens (0-30 cm) in den Faktorstufen Fruchtfolge und Düngung über 20 Jahre

Die theoretische Berechnung des Humusversorgungsgrades einer Fruchtfolge als Quotient aus humusmehrenden Feldfrüchten plus organischen Dünger und humuszehrenden Kulturen nach Leithold & Hülsbergen 1998 (Humusversorgungsgrad = $\frac{\text{Humusmehrer} + \text{organischer Dünger}}{\text{Humuszehrer}} \cdot 100$) hätte Unterschiede zeigen müssen (Tab. 2). So ist der Humusversorgungsgrad in der Fruchtfolge 2 mit 66% deutlich höher als in der Fruchtfolge 2 mit 36% und der errechnete Humusabbau in der Fruchtfolge 2 mit 5 t/ha niedriger als in der Fruchtfolge 1 mit 11 t/ha. Eine vergleichbare Praxisfruchtfolge liegt mit einem Humusversorgungsgrad von 45% und einem Humusabbau von 8 t/ha dazwischen. Alle aufgezeigten viehlosen Fruchtfolgen bauen Humus ab und auch die Fruchtfolge 2 mit einjähriger Kleegrasbrache und Zwischenfrüchten kann nur bedingt einen Ausgleich bringen.

Tab. 2: theoretische Berechnungen des Humusversorgungsgrades (nach Leithold & Hülsbergen 1998) in den untersuchten Fruchtfolgen und einer beispielhaften Praxisfruchtfolge

Fruchtfolge 1 (angenommen 10 ha, 2 ha je Kultur)		Fruchtfolge 2 (angenommen 10 ha, 2 ha je Kultur)		Praxisbetrieb (10 ha, 2,5 ha je Kultur)	
Ackerbohnen	+0,70	Kleegras	+4,20	Ackerbohnen	+0,88
(Stroh)	+0,96	Gründüngung	+2,60	(Stroh)	+1,20
ZF Winterwicke	+1,40	Sellerie	-5,50	Weizen	-2,63
Gründüngung	+1,00	Kartoffeln	-5,50	(Stroh)	+1,50
Weißkohl	-5,50	Weizen	-2,10	ZF Winterwicke	+1,75
Kartoffeln	-5,50	(Stroh)	+1,20	Gründüngung	+1,25
Weizen	-2,10	Roggen	-2,10	Rosenkohl	-5,13
(Stroh)	+1,20	(Stroh)	+1,20	Kartoffeln	-6,88
ZF Weißklee	+1,00	KG Untersaat	+0,80		
Möhren	-4,10				
Humusversorgungsgrad: 36 %		Humusversorgungsgrad: 66 %		Humusversorgungsgrad: 45 %	
Humusabbau in 10 Jahren: 11 t/ha		Humusabbau in 10 Jahren: 5 t/ha		Humusabbau in 10 Jahren: 8 t/ha	

Die pH-Werte im Boden haben sich direkt am Anfang der Versuchsreihe zwischen den Fruchtfolgen auseinander bewegt (Abb. 13). Die Fruchtfolge 1 lag mit im Mittel 6,62 über der Fruchtfolge 2 mit 6,38, während die Düngung nur etwas höhere pH-Werte aufwies (6,54 D1, 6,46 D0).

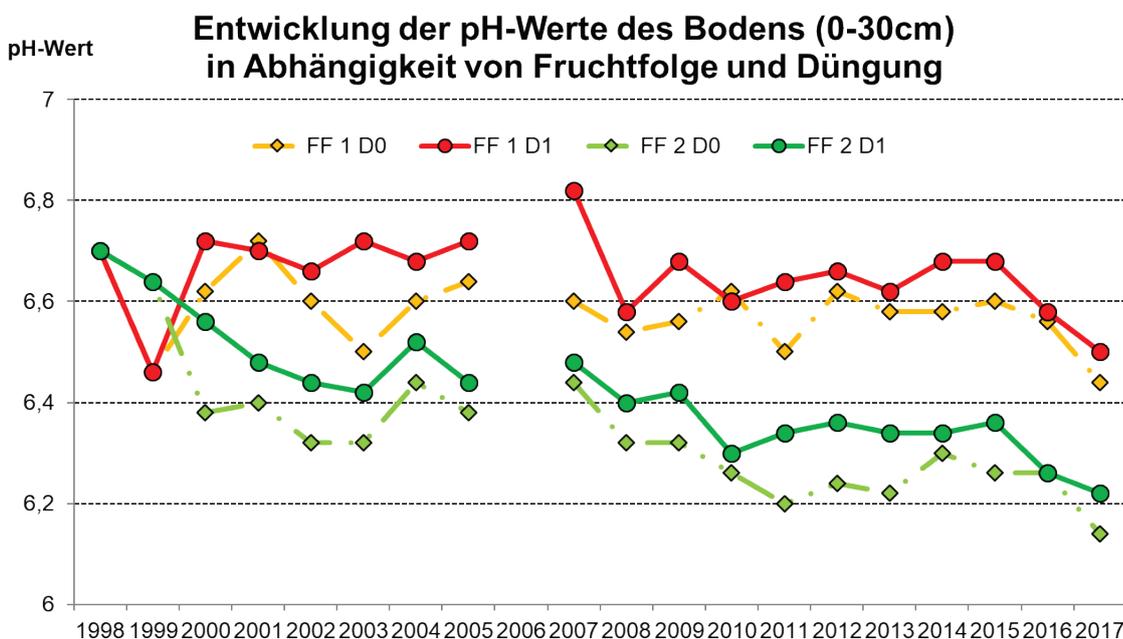


Abb. 13: Entwicklung der pH-Werte des Bodens (0-30 cm) in den Faktorstufen Fruchtfolge und Düngung über 20 Jahre

Die P-Gehalte im Boden nehmen über die Zeit in diesem Versuch stark ab (Abb. 14). Von anfänglich Versorgungsstufe D rutschen sie in den Bereich C oder sogar B. Die Fruchtfolge 1 ist mit 13,97 mg P₂O₅/100 g der Fruchtfolge 2 mit 12,24 mg P₂O₅/100 g überlegen. Die Düngungsvariante ist mit 14,44 mg P₂O₅/100 g höher als ohne Düngung (11,77 mg P₂O₅/100 g). Damit hatte die Düngung einen etwas höheren Effekt als die Fruchtfolge, obwohl kein P direkt gedüngt wurde (sondern N und K).

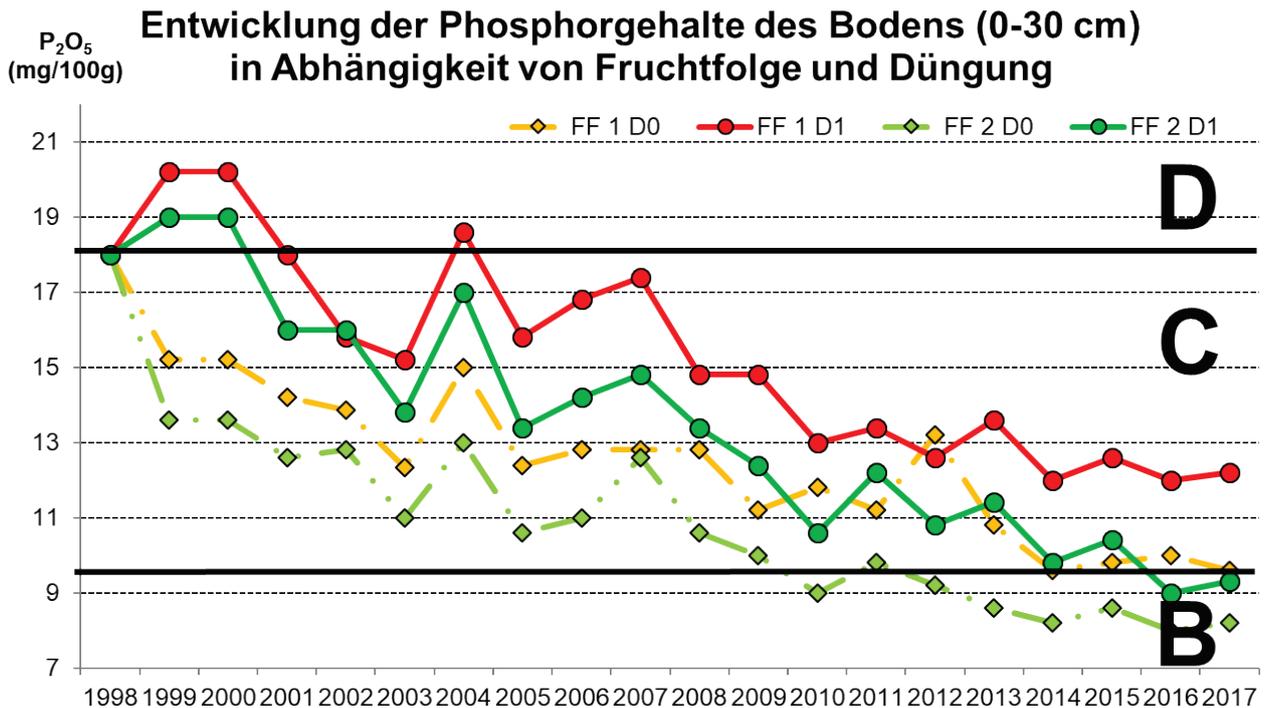


Abb. 14: Entwicklung der Phosphorgehalte des Bodens (0-30 cm) in den Faktorstufen Fruchtfolge und Düngung über 20 Jahre

Auch die Kaliumgehalte fallen stark ab über die 20 Jahre der Versuchsreihe obwohl Kalium direkt gedüngt wurde (Abb. 15). Es zeigte sich ein ähnliches Bild wie beim Phosphor. Auch die Kaliumgehalte sinken von Versorgungsstufe D nach B. Auch hier war die Fruchtfolge 1 mit im Mittel 13,23 mg K₂O/100 g Boden besser als die Fruchtfolge 2 mit im Mittel 11,34 mg K₂O/100 g Boden. Die Düngung hatte weniger große Unterschiede (Mittelwerte: D1 12,98 und D0 11,59 mg K₂O/100 g Boden). Bei den Magnesiumgehalten wurde insgesamt kein Abfall der Werte beobachtet (Abb. 16). Die Werte schwankten im oberen Versorgungsbereich D, teilweise in E. Dennoch waren auch hier die Werte der Fruchtfolge 1 etwas höher als bei der Fruchtfolge 2 und die Düngungsstufe D1 etwas höher als D0.

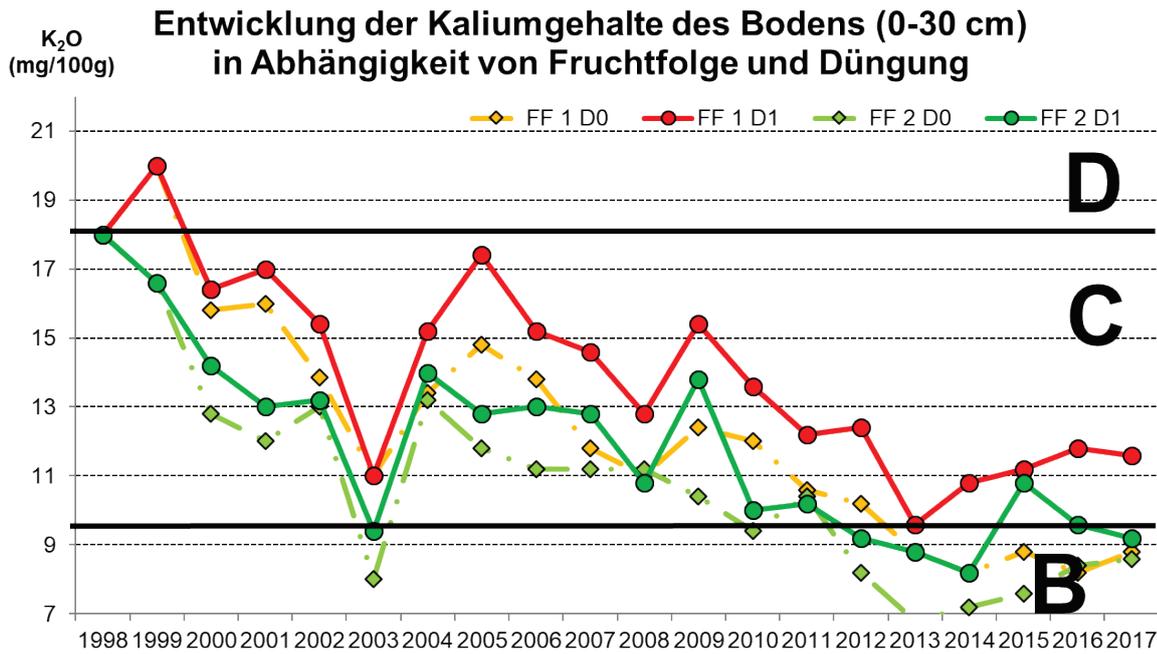


Abb. 15: Entwicklung der Kaliumgehalte des Bodens (0-30 cm) in den Faktorstufen Fruchtfolge und Düngung über 20 Jahre

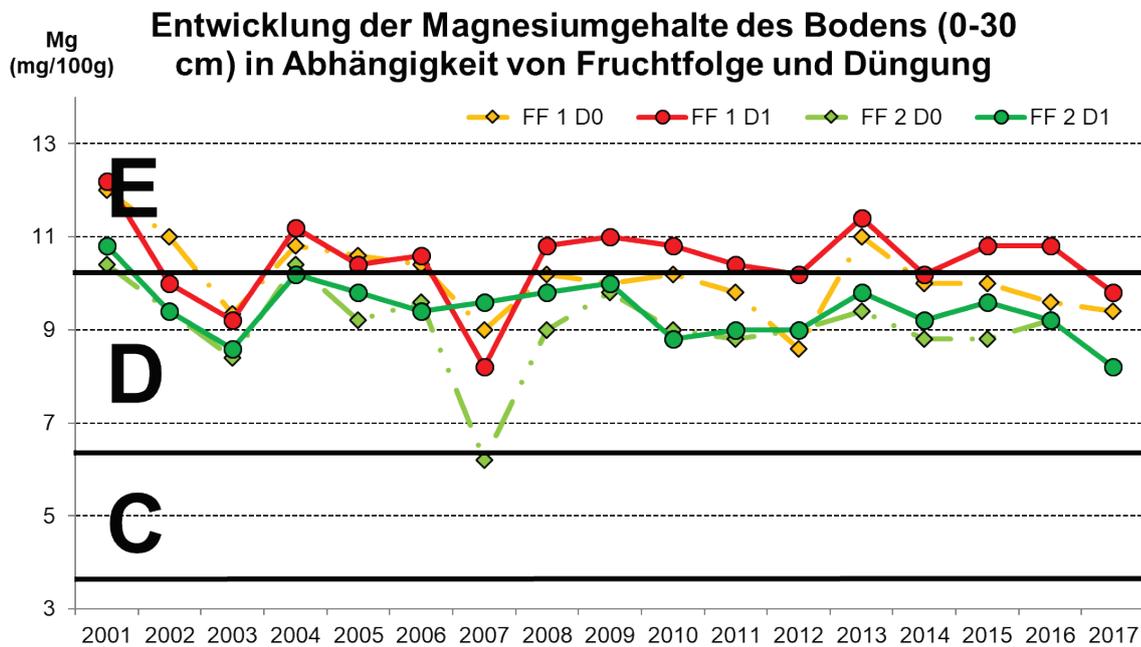


Abb. 16: Entwicklung der Magnesiumgehalte des Bodens (0-30 cm) in den Faktorstufen Fruchtfolge und Düngung über 20 Jahre

Nährstoffentzüge & Nährstoffbilanzen

Die ermittelten Nährstoffentzüge sind in Tabelle 3 zusammengestellt (im Anhang finden sich die Einzeldaten der Jahre und der einzelnen Früchte). Bei N und K waren die Entzüge in der Fruchtfolge 1 höher als in der Fruchtfolge 2 sowie in der Tendenz mit Düngung ebenfalls höher als ohne.

Tab. 3: Nährstoffentzüge der Fruchtfolgen in Auweiler im Mittel über 20 Jahre

Fruchtfolge	Dünge- variante	N-Zufuhr über	Früchte	N-Entzug = N- Abfuhr mit Erntegut			P-Entzug = P-Abfuhr mit dem Entegut		P-Bilanz (keine Zudüngung)		K-Entzug = K-Abfuhr mit dem Entegut		K-Bilanz
				N-Zufuhr bei Getr./Kö- Leg. dt/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg P ₂ O ₅ /ha	kg P ₂ O ₅	kg K ₂ O/ha	kg K ₂ O/ha			
1	D0		So/Wi-Weizen ¹⁾	0	37	61	-61	28	-28	0	20	-20	
			Möhren	0	532	61	-61	34	-34	0	193	-193	
			Knöllchen	156	28	115	41	34	-34	0	40	-40	
			Wi-Wicke	0	399	76	-76	28	-28	0	130	-130	
			Kartoffeln	0	244	68	-68	32	-32	0	149	-149	
			Mittel	31	76	-45	31	-31	0	107	-107		
1	D1		So/Wi-Weizen ¹⁾	0	38	65	-65	29	-29	0	20	-20	
			Möhren	0	534	63	-63	35	-35	180	202	-22	
			Knöllchen	156	29	116	40	35	-35	0	42	-42	
			Wi-Wicke + Düngung	120	474	91	29	53	-53	120	152	-32	
			Kartoffeln	0	275	75	-75	35	-35	0	166	-166	
			Mittel	55	82	-27	38	-38	60	116	-56		
2	D0		So/Wi-Weizen/ Winter- ackerbohne+Triticale ⁴⁾	0	42	72	-72	33	-33	0	23	-23	
			Kartoffeln	0	233	63	-63	32	-32	0	134	-134	
			So/Wi-Roggen ⁵⁾	0	31	38	-38	22	-22	0	18	-18	
		Knöllchen, Aufwuchs	110		110	110	0	0	0	0	0		
			Sellerie/Fenchel/ Porree ⁶⁾	0	307	57	-57	39	-39	0	152	-152	
			Mittel	22	58	-34	31	-31	0	82	-82		
2	D1		So/Wi-Weizen/ Winter- ackerbohne+Triticale ⁴⁾	0	45	78	-78	35	-35	0	24	-24	
			Kartoffeln	0	240	64	-64	34	-34	0	143	-143	
			So/Wi-Roggen ⁵⁾	0	31	56	-56	22	-22	0	18	-18	
		Knöllchen, Aufwuchs	110		110	110	0	0	0	0	0		
		Düngung	80	333	65	15	43	-43	120	167	-47		
			Mittel	38	66	-14	33	-33	24	88	-64		

¹⁾ FF1 2002 Winterweizen sonst Sommerweizen FF1 2000 Ackerbohnen/Möhren Missernte nicht gedroschen bzw. beerntet

²⁾ FF1 1998 u. 2001 Erbsen, sonst Ackerbohnen FF1 2014 Möhren Missernte nicht beerntet

³⁾ FF1 Weißkohl bis 2011, ab 2012 Porree

⁴⁾ FF2 1999, 00, 02 Winterweizen, sonst Sommerweizen, ab 2016 Winterackerbohne+Triticale

⁵⁾ FF2 1998, 1999 Sommerroggen sonst Winterroggen

⁶⁾ FF2 Sellerie 1998-2012 und 2014; Fenchel nur 2013; ab 2015 Porree (früh)

Unter Berücksichtigung der Nährstoffzufuhren aus der N₂-Fixierung und der N- & K-Düngung in den Düngevarianten lassen sich die Bilanzen errechnen. Alle Bilanzen sind negativ. Fruchtfolge 1 ohne Düngung hat hierbei bei N und K die mit -45 kg N/ha und -107 kg K₂O/ha die negativsten Werte. Die Werte in der Fruchtfolge 2 lagen nicht ganz so tief. Die Düngung konnte die Bilanzen etwas verbessern in den jeweiligen Fruchtfolgen, war aber nicht ausreichend. Bei Phosphor gab es zwischen den Fruchtfolgen und Düngungsvarianten wenig Unterschiede.

Wirtschaftlichkeit

Die Deckungsbeitragsrechnungen ergeben, dass die Fruchtfolge 1 mit Düngung mit 3.475 €/ha am besten abschneidet, da die FF1 auch mehr Marktfrüchte aufweist (Tab. 4). Die Düngung hat jedoch fast keinen Effekt und gibt in FF1 ca. 266 €/ha und in FF2 ca. 89 €/ha mehr Deckungsbeitrag. In der Fruchtfolge 2 ist es v.a. das Klee gras, welches mit einem höheren Minusbetrag in die Rechnung eingeht.

Tab. 4: Deckungsbeiträge der beiden Fruchtfolgen und Düngungsstufen im Mittel (20 Jahre)

Hauptfrucht FF1 D0	Ertrag	Deckungs-	Hauptfrucht FF2 D0	Ertrag	Deckungs-
	Erntefrüchte	beiträge		Erntefrüchte	beiträge
	Mittel dt/ha	€/ha		Mittel dt/ha	€/ha
So/Wi-Weizen ¹⁾	36,7	810	So/Wi-Weizen/ Winterackerbohne+Triticale ⁴⁾	41,9	1011
Möhren	532,4	10103	Kartoffeln	232,5	4350
Ackerbohnen/Erbsen ²⁾	28,1	615	So/Wi-Roggen ⁵⁾	31,1	345
Weißkohl/Porree ³⁾	398,6	-274	Klee gras		-1019
Kartoffeln	243,9	4792	Sellerie/Fenchel/ Porree ⁶⁾	306,9	1885,4
Mittel		3.209,20	Mittel		1.314,48
Hauptfrucht FF1 D1	Ertrag	Deckungs-	Hauptfrucht FF1 D1	Ertrag	Deckungs-
	Erntefrüchte	beiträge		Erntefrüchte	beiträge
	Mittel dt/ha	€/ha		Mittel dt/ha	€/ha
So/Wi-Weizen ¹⁾	38,5	890	So/Wi-Weizen/ Winterackerbohne+Triticale ⁴⁾	44,9	1114
Möhren	534,3	10000,8974	Kartoffeln	239,7	4629
Ackerbohnen/Erbsen ²⁾	28,6	640	So/Wi-Roggen ⁵⁾	30,9	338
Weißkohl/Porree ³⁾	473,5	-36,2778	Klee gras		-1019
Kartoffeln	274,6	5880	Sellerie/Fenchel/ Porree ⁶⁾	333,1	1953,95412
Mittel		3.474,92	Mittel		1.403,19

¹⁾ FF1 2002 Winterweizen sonst Sommerweizen

²⁾ FF1 1998 u. 2001 Erbsen, sonst Ackerbohnen

³⁾ FF1 Weißkohl bis 2011, ab 2012 Porree

⁴⁾ FF2 1999, 00, 02 Winterweizen, sonst Sommerweizen, ab 2016 Winterackerbohne*Triticale

⁵⁾ FF2 1998,1999 Sommerroggen sonst Winterroggen

⁶⁾ FF2 Sellerie 1998-2012 und 2014; Fenchel nur 2013; ab 2015 Porree (früh)

FF1 2000 Ackerbohnen/Möhren Missernte nicht gedroschen bzw. beerntet

FF1 2014 Möhren Missernte nicht beerntet

Zusammenfassung

Es wurden über 20 Jahre zwei viehlose Fruchtfolgen mit und ohne Düngung von N und K in ökologischen Ackerbaufruchtfolgen mit Gemüse geprüft. Dabei widersprach die Fruchtfolge 1 absichtlich den Grundsätzen des Ökolandbaus, um Extreme aufzuzeigen. Leider kann die gewählte Streifenanlage statistisch nicht ausgewertet werden und auch die Bodenunterschiede begünstigten eher die Fruchtfolge 1. Daher sind die Ergebnisse mit Vorsicht zu bewerten!

Die Erträge zeigten im Mittel der untersuchten 20 Jahre kaum Unterschiede in den Fruchtfolgen oder Düngungsvarianten auf. In der Tendenz war der Weizenertrag in der intensiven Fruchtfolge 1 und mit Düngung höher als alle andere Varianten. Der Weißkohl/Porree erzielt mit Düngung höhere Erträge. Über die Zeit sinken die Erträge aller Kulturen in beiden Fruchtfolgen und trotz Düngung, lediglich der Winterroggen kann seine Erträge halten.

Die Nmin-Werte waren nach Düngung mit Stickstoff nach Gemüse i.d.R. höher insbesondere nach Sellerie/Porree in der Fruchtfolge 2 und Kartoffeln in Fruchtfolge 1.

Die Humusgehalte sinken in beiden Fruchtfolgen auf ca. 1,7 stark ab. Rein rechnerisch ist der Humusabbau in Fruchtfolge 1 höher als in Fruchtfolge 2, was im Feld aber nicht zu messen war. Die pH-Werte sinken ebenfalls ab und lagen in der Fruchtfolge 1 höher als in der Fruchtfolge 2, es wurde allerdings auch nicht gekalkt. Ebenso sinken die Phosphor- und Kaliumgehalte von anfänglich Versorgungsstufe D bis C auf teilweise bis B ab. Die Fruchtfolge 2 lag dabei etwas besser als Fruchtfolge 1.

Die Nährstoffentzüge sind in der Fruchtfolge 1 höher als in der Fruchtfolge 2. Die N-, P- und K-Bilanzen sind negativ und können durch die Düngungsvarianten verbessert werden.

Insgesamt rechnet sich die intensivere Fruchtfolge 1, die mit ökonomisch stärkeren Kulturen ausgestattet war, hinsichtlich des Deckungsbeitrags mit im Mittel der Jahre und Düngungsvarianten mit 3.342 €/ha deutlich besser als die Fruchtfolge 2, die mit ökonomisch schwächeren Kulturen aufgestellt war, mit ca. 1.359 €/ha, da hier v.a. das Klee gras vordergründig keinen monetären Ertrag bringt.

Literatur

FiBL, Dossier (2013): Grundlagen zur Bodenfruchtbarkeit. Die Beziehung zum Boden gestalten. <https://shop.fibl.org/CHde/mwdownloads/download/link/id/552/?ref=1>

Kolbe, H. (2008): Fruchtfolgegrundsätze im ökologischen Landbau. Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen, https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/3913_1

Kolbe, H. (2015): Wie ist es um die Bodenfruchtbarkeit im Ökolandbau bestellt: Nährstoffversorgung und Humusstatus? Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen

http://orgprints.org/29539/1/Bodenfruchtbarkeit_%C3%96ko_BAD-VLK15.pdf

Leithold, G. und K.-J. Hülsbergen (1998): Humusbilanzierung im ökologischen Landbau. *Ökologie & Landbau* 105, 32-35.

Anhang

Tabelle 1: Ertrag Erntefrüchte

Hauptfrucht	FF Var.	Ertrag dt/ha (bei Getr./KöLeg 86 % TS)																	Mittel	s %			
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014			2015	2016	2017
So/Wi-Weizen ¹⁾	1 D0	49	46	27	44	39	45	48	42	41	27	37	28	39	28	43	39	28	28	24	32	37	8
	1 D0	510	645	-	684	356	606	293	707	423	681	534	586	570	690	252	447	-	636	464	500	532	210
Ackerbohnen/ Erbsen ²⁾	1 D0	25	37	-	32	34	37	48	38	31	14	13	26	46	21	35	33	24	18	8	14	28	13
	1 D0	667	297	369	473	409	267	318	639	528	655	480	323	368	303	311	376	193	342	297	357	399	134
Weißkohl/Porree ³⁾	1 D0	279	394	285	383	143	257	217	346	250	264	203	238	257	263	201	235	208	108	112	235	244	75
	1 D0																						
So/Wi-Weizen ¹⁾	1 D1	50	47	28	50	44	47	45	45	43	26	38	33	41	29	44	38	29	33	24	35	38	8
	1 D1	489	776	-	738	368	582	362	697	348	625	514	601	560	562	284	463	-	632	456	562	534	210
Ackerbohnen/ Erbsen ²⁾	1 D1	24	37	-	33	33	37	46	35	32	14	15	28	45	23	36	33	27	20	8	18	29	12
	1 D1	643	424	452	560	428	315	410	728	629	755	653	403	574	484	313	411	223	344	341	382	474	149
Kartoffeln	1 D1	299	430	339	398	155	285	256	349	273	298	227	259	299	350	223	270	262	135	123	262	275	79
	1 D1																						
So/Wi-Weizen/ Winter- ackerbohne+Triticale ⁴⁾	2 D0	46	53	51	55	58	51	49	47	47	28	37	31	43	29	42	39	30	29	33	39	42	10
	2 D0	305	348	277	234	123	213	184	358	170	217	200	255	269	278	227	225	233	185	148	204	233	61
Kartoffeln	2 D0	21	31	30	30	19	31	49	50	20	12	34	34	35	20	35	39	39	36	24	34	31	10
	2 D0																						
Klee gras	2 D0	354	344	305	308	335	123	377	314	174	372	388	278	329	372	326	310	121	423	293	293	307	81
	2 D0																						
So/Wi-Weizen/ Winter- ackerbohne+Triticale ⁴⁾	2 D1	49	54	59	57	66	50	51	51	50	30	37	36	47	29	40	41	34	42	36	39	45	10
	2 D1	278	369	305	255	119	233	179	328	189	232	205	249	258	294	213	241	261	227	156	202	240	59
Kartoffeln	2 D1	20	32	30	30	21	28	45	51	19	14	36	30	36	19	35	38	36	36	27	38	31	9
	2 D1																						
Klee gras	2 D1	343	366	285	328	316	125	362	375	233	446	430	274	335	415	373	353	148	481	341	332	333	89
	2 D1																						

¹⁾ FF1 2002 Winterweizen sonst Sommerweizen
²⁾ FF1 1998 u. 2001 Erbsen, sonst Ackerbohnen
³⁾ FF1 Weißkohl bis 2011, ab 2012 Porree
⁴⁾ FF2 1999, 00, 02 Winterweizen, sonst Sommerweizen, ab 2016 Winterackerbohne+Triticale
⁵⁾ FF2 1998, 1999 Sommerroggen sonst Winterroggen
⁶⁾ FF2 Sellerie 1998-2012 und 2014; Fenchel nur 2013; ab 2015 Porree (früh)

FF1 2000 Ackerbohnen/Währen/Missernte nicht gedroschen bzw. beerntet
 FF1 2014 Mähren/Missernte nicht beerntet

ÖKOLOGISCHER LANDBAU IN NORDRHEIN-WESTFALEN

Hauptfrucht	FF Var.	N - Entzug kg/ha														M						
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		2012	2013	2014	2015	2016	2017
So/Wi-Weizen ¹⁾	1 D0	91	71	56	69	53	67	80	62	69	48	64	41	57	44	75	66	52	59	42	56	61
	1 D1	59	90	-	58	29	74	82	77	42	75	48	76	46	93	25	37	-	51	60	65	61
Ackerbohnen/ Erbesen ²⁾	1 D0	85	165	-	103	158	161	192	171	139	64	50	110	72	77	151	149	103	136	31	59	115
	1 D1	117	53	70	79	87	58	48	128	106	98	82	74	61	52	76	80	36	88	59	71	76
Weißkohl/Portree ³⁾	1 D0	74	101	66	74	33	73	50	-	90	79	55	-	111	-	-	73	64	34	35	73	68
	1 D1	425	480	192	383	359	433	451	438	446	365	298	300	347	266	327	405	255	369	227	324	380
So/Wi-Weizen ¹⁾	1 D1	95	74	58	85	59	76	77	71	74	48	67	50	68	45	79	63	53	59	43	63	65
	1 D1	57	110	-	62	60	67	54	70	35	75	46	84	41	91	28	64	-	55	59	73	63
Ackerbohnen/ Erbesen ²⁾	1 D1	80	167	-	106	156	160	191	161	140	65	63	113	70	82	154	140	119	136	33	75	116
	1 D1	112	78	85	87	77	74	60	109	132	121	137	81	100	107	71	105	50	91	68	76	91
Weißkohl/Portree ³⁾	1 D1	79	108	71	75	32	81	84	-	121	90	50	-	85	-	-	84	81	42	38	81	75
	1 D1	423	536	215	415	384	457	467	412	502	399	363	327	365	326	332	457	304	382	241	368	411
So/Wi-Weizen/ Winter- ackerbohne+Triticale ⁴⁾	2 D0	87	69	79	92	90	84	85	69	82	54	66	47	63	47	74	71	55	72	70	81	72
	2 D1	93	80	63	43	25	60	57	-	59	63	50	-	111	-	-	70	72	57	46	63	63
So/Wi-Roggen ⁵⁾	2 D0	45	52	44	34	26	37	53	59	5	15	40	42	40	26	41	45	48	46	30	41	38
	2 D1																					
Kleegras	2 D0																					
	2 D1																					
Sellerie/Fenchel/ Portree ⁶⁾	2 D0	57	71	51	69	76	31	68	-	37	74	74	67	65	69	61	34	21	59	52	52	57
	2 D1	282	272	236	238	217	212	263	128	183	206	230	156	280	142	176	220	197	234	197	237	231
So/Wi-Weizen/ Winter- ackerbohne+Triticale ⁴⁾	2 D1	92	68	94	94	96	84	83	74	97	59	67	54	86	51	77	76	65	74	80	85	78
	2 D1	85	80	81	49	25	62	45	-	72	65	55	-	72	-	-	75	81	70	48	63	64
So/Wi-Roggen ⁵⁾	2 D1	43	47	42	34	27	31	46	62	5	16	41	38	43	23	40	42	41	414	32	46	56
	2 D1																					
Sellerie/Fenchel/ Portree ⁶⁾	2 D1	55	82	48	63	72	31	66	-	-	76	86	71	70	97	66	45	28	69	71	70	65
	2 D1	275	278	265	241	220	208	240	136	175	216	249	162	271	171	183	238	215	628	232	263	262

¹⁾ FF1 2002 Winterweizen sonst Sommerweizen
²⁾ FF1 1998 u. 2001 Erbsen, sonst Ackerbohnen
³⁾ FF1 Weißkohl bis 2011, ab 2012 Portree
⁴⁾ FF2 1999, 00, 02 Winterweizen, sonst Sommerweizen, ab 2016 Winterackerbohne+Triticale
⁵⁾ FF2 1998, 1999 Sommerroggen sonst Winterroggen
⁶⁾ FF2 Sellerie 1998-2012 und 2014; Fenchel nur 2013, ab 2015 Portree (früh)

¹⁾ FF1 2000 Ackerbohnen/Kleegras Missernte nicht gedroschen bzw. beemtet
²⁾ FF1 2014 Möhren Missernte nicht beemtet
³⁾ FF1 2014 Möhren Missernte nicht beemtet
⁴⁾ FF1 2014 Möhren Missernte nicht beemtet
⁵⁾ FF1 2014 Möhren Missernte nicht beemtet
⁶⁾ FF1 2014 Möhren Missernte nicht beemtet

errechnet aus Faustzahlen Öko 2015

ÖKOLOGISCHER LANDBAU IN NORDRHEIN-WESTFALEN

Hauptfrucht	FF Var.	P - Entzug kg/ha																				
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	M
So/Wi-Weizen ¹⁾	1 D0	16	13	12	17	14	15	18	12	13	7	13	5	9	16	14	10	10	10	8	11	12
Möhren	1 D0	14	21	-	17	9	19	1	22	13	21	13	15	12	6	6	-	-	22	16	17	15
Ackerbohnen/ Erbsen ²⁾	1 D0	12	18	-	17	26	22	29	22	19	9	7	15	9	19	15	12	9	9	3	7	15
Weißkohl/Porree ³⁾	1 D0	18	11	10	14	11	8	9	19	13	17	13	12	10	11	12	9	14	10	10	13	12
Kartoffeln	1 D0	20	21	15	23	9	14	12	-	14	16	11	-	12	-	14	12	7	7	7	14	14
Summe	1 D0	80	84	37	87	69	78	70	74	72	70	57	47	51	52	61	42	61	45	45	62	68
So/Wi-Weizen ¹⁾	1 D1	17	16	12	17	17	15	16	12	14	6	13	7	8	15	13	10	12	12	8	12	13
Möhren	1 D1	14	24	-	19	12	16	2	19	11	20	14	17	11	7	10	-	-	22	16	20	15
Ackerbohnen/ Erbsen ²⁾	1 D1	11	18	-	18	27	22	27	19	20	9	9	15	9	20	15	13	10	10	4	8	15
Weißkohl/Porree ³⁾	1 D1	17	19	13	15	12	10	10	199	17	21	19	12	14	10	14	11	11	11	12	13	23
Kartoffeln	1 D1	21	23	19	23	10	14	-	-	16	18	12	-	11	-	16	16	8	8	7	16	15
Summe	1 D1	80	100	43	92	78	77	55	249	78	74	66	51	53	42	69	49	63	47	69	82	82
So/Wi-Weizen/ Winter- ackerbohne+Triticale ⁴⁾	2 D0	17	15	19	24	19	17	18	14	15	7	13	7	8	14	14	11	14	14	12	13	14
Kartoffeln	2 D0	23	24	14	17	8	13	10	-	12	14	12	-	13	-	13	14	11	11	9	12	14
So/Wi-Roggen ⁵⁾	2 D0	9	12	10	9	7	9	15	11	4	3	10	5	5	11	14	11	13	9	9	12	9
Kleegras	2 D0																					
Sellerie/Fenchel/ Porree ⁶⁾	2 D0	25	21	22	21	23	7	28	-	14	23	21	8	25	20	9	10	12	8	8	8	17
Summe	2 D0	74	72	65	71	57	47	72	24	44	47	56	19	52	23	45	45	49	37	46	55	55
So/Wi-Weizen/ Winter- ackerbohne+Triticale ⁴⁾	2 D1	18	14	21	23	23	18	18	13	18	8	13	8	11	-	13	14	12	15	13	13	15
Kartoffeln	2 D1	21	26	18	17	9	16	10	-	12	16	12	-	15	-	14	16	14	14	9	12	15
So/Wi-Roggen ⁵⁾	2 D1	9	12	10	13	7	10	14	10	3	3	10	5	6	-	13	10	13	10	10	14	10
Kleegras	2 D1																					
Sellerie/Fenchel/ Porree ⁶⁾	2 D1	24	23	20	23	20	8	26	-	-	29	22	9	29	28	24	10	12	12	9	9	19
Summe	2 D1	72	75	68	76	60	52	68	24	33	55	58	21	61	28	47	50	54	41	48	58	58

¹⁾ FF1 2002 Winterweizen sonst Sommerweizen

²⁾ FF1 1998 u. 2001 Erbsen, sonst Ackerbohnen

³⁾ FF1 Weißkohl bis 2011, ab 2012 Porree

⁴⁾ FF2 1999, 00, 02 Winterweizen, sonst Sommerweizen, ab 2016 Winterackerbohne+Triticale

⁵⁾ FF2 1998, 1999 Sommerroggen sonst Winterroggen

⁶⁾ FF2 Sellerie 1998-2012 und 2014; Fenchel nur 2013; ab 2015 Porree (früh)

FF1 2000 Ackerbohnen/Möhren Missernte nicht gedroschen bzw. beerntet

FF1 2014 Möhren Missernte nicht beerntet

errechnet aus Faustzahlen Öko 2015

ÖKOLOGISCHER LANDBAU IN NORDRHEIN-WESTFALEN

Hauptfrucht	FF Var.	K - Entzug kg/ha																			M	
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		2017
So/Wi-Weizen ¹⁾	1 D0	20	18	15	21	18	19	24	19	20	9	17	10	14	-	17	19	10	14	12	16	16
Möhren	1 D0	164	229	-	186	107	177	13	228	117	239	156	212	150	280	61	4	-	223	162	175	160
Ackerbohnen/Erbsen ²⁾	1 D0	30	46	-	45	50	47	59	45	42	21	15	29	23	-	44	37	28	20	8	16	34
Weißkohl/Portree ³⁾	1 D0	172	97	108	126	105	79	96	169	127	160	120	100	76	84	81	94	59	114	89	107	108
Kartoffeln	1 D0	151	221	143	196	78	126	106	-	120	133	99	-	159	-	-	118	104	54	56	117	124
Summe	1 D0	537	611	266	574	357	449	298	460	427	561	406	352	422	363	203	272	201	426	327	431	442
So/Wi-Weizen ¹⁾	1 D1	20	18	16	22	20	18	22	17	21	9	18	13	13	-	17	19	10	17	12	17	17
Möhren	1 D1	157	277	-	219	123	174	21	208	101	231	175	219	165	265	82	16	-	221	160	197	167
Ackerbohnen/Erbsen ²⁾	1 D1	28	45	-	47	50	46	56	41	44	21	19	32	22	-	46	37	34	23	9	20	34
Weißkohl/Portree ³⁾	1 D1	166	158	131	149	106	92	119	-	170	198	161	108	113	149	78	113	65	98	102	114	126
Kartoffeln	1 D1	162	238	174	200	82	145	-	-	139	164	113	-	123	-	-	135	131	67	61	131	138
Summe	1 D1	533	736	321	637	381	476	217	267	474	622	485	372	436	414	223	321	241	426	344	480	482
So/Wi-Weizen/ Winter- ackerbohne+Triticale ⁴⁾	2 D0	20	22	22	30	23	22	24	21	22	9	17	13	14	-	15	19	11	20	16	19	19
Kartoffeln	2 D0	172	194	121	128	59	115	80	-	82	111	96	-	126	-	-	112	117	92	74	102	111
So/Wi-Roggen ⁵⁾	2 D0	10	17	12	12	9	14	23	28	20	6	14	11	13	-	15	20	16	18	13	17	15
Kleegras	2 D0																					
Sellerie/Fenchel/ Portree ⁶⁾	2 D0	176	148	155	153	170	56	202	-	73	160	168	85	166	164	113	118	61	101	68	67	127
Summe	2 D0	378	381	310	323	262	206	330	49	198	286	295	109	319	164	143	269	205	231	170	206	272
So/Wi-Weizen/ Winter- ackerbohne+Triticale ⁴⁾	2 D1	21	21	25	28	27	23	24	21	27	11	18	14	19	-	15	20	12	21	18	19	20
Kartoffeln	2 D1	157	193	151	133	66	124	80	-	97	125	100	-	126	-	-	121	131	114	78	101	118
So/Wi-Roggen ⁵⁾	2 D1	10	15	12	15	10	15	20	26	20	6	15	10	13	-	14	19	15	18	14	19	15
Kleegras	2 D1																					
Sellerie/Fenchel/ Portree ⁶⁾	2 D1	170	178	134	160	151	53	189	-	-	201	180	87	178	189	138	159	71	111	75	74	139
Summe	2 D1	358	407	322	336	254	214	313	47	144	343	312	112	335	189	167	319	229	284	185	213	292

¹⁾ FF1 2002 Winterweizen sonst Sommer *FF1 2002 Winterweizen sonst Sommerweizen

²⁾ FF1 1998 u. 2001 Erbsen, sonst Ackerb. *FF2 1999, 00, 02 Winterweizen, sonst Sommerweizen

³⁾ FF1 Weißkohl bis 2011, ab 2012 Portree *FF1 1998 u. 2001 Erbsen, sonst Ackerbohnen

⁴⁾ FF2 1999, 00, 02 Winterweizen, sonst S*** FF2 1998, 1999 Sommerroggen sonst Winterroggen

⁵⁾ FF2 1998, 1999 Sommerroggen sonst WFF1 2000 Ackerbohnen/Möhren Masseante nicht gedroschen bzw. beerntet

⁶⁾ FF2 Sellerie 1998-2012 und 2014; Fenchel FF1 Mittelwert 1999-2004

FF1 2000 Ackerbohnen/Möhren Masseante nicht gedroschen bzw. beerntet.

FF1 2014 Möhren Masseante nicht beerntet

errechnet aus Faustzahlen Öko 2015

Ein **Gemeinschaftsprojekt** von

Landwirtschaftskammer NRW

Dr. Claudia Hof-Kautz
Gartenstraße 11
50765 Köln
0171-55 62 202
claudia.hof-kautz@lwk.nrw.de



Dr. Edmund Leisen
Nevinghoff 40
48147 Münster
0251-2376-594
edmund.leisen@lwk.nrw.de

Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz Abt. Agrarökologie & Organischer Landbau

Prof. Dr. Thomas Döring (Projektleitung)
Dipl.-Ing. agr. Christoph Stumm (Koordination)
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Auf dem Hügel 6
53121 Bonn
0228-73 2038
leitbetriebe@uni-bonn.de



Gefördert durch

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV)



Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen

Informationen für Beratung und Praxis



Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

