

Lysimeterstation Wagna: Vergleichende Ergebnisse von konventioneller und organisch-biologischer Bewirtschaftung für Wasserbilanz, Stickstoffauswaschung, Ertrag und ökonomischem Profit

Gernot Klammler^{1*} und Johann Fank¹

Zusammenfassung

Die landwirtschaftliche Versuchsstation Wagna besteht aus 32 Versuchspartzen mit je 1.000 m² Fläche und wurde seit 2005 zur Hälfte organisch-biologisch und zur Hälfte konventionell bewirtschaftet. Je eine Parzelle der organisch-biologischen und der konventionellen Bewirtschaftung wurde zusätzlich mit einem hochpräzisen Feldlysimeter ausgestattet. Die Ergebnisse der letzten Jahre zeigen, dass die beiden Bewirtschaftungsweisen generell grundwasserverträglich sind, wobei jedoch von den organisch-biologischen Parzellen durch das hohe Stickstofffixierungspotential von Leguminosen in Kombination mit bestimmten Bedingungen temporär deutlich höhere Stickstoffausträge als bei der konventionellen Bewirtschaftung beobachtet wurden. Während die gemieteten Erträge auf der konventionellen Seite teilweise deutlich höher sind als auf der organisch-biologischen Seite, ist der ökonomische Profit (unter Berücksichtigung von Einnahmen aus Erträgen bzw. Ausgaben für Saatgut, Düngemittel, Pflanzenschutz und -pflege, Bodenbearbeitung, Ernte, Trocknung und Maschinenkosten) für die organisch-biologische Bewirtschaftung sogar leicht höher.

Schlagwörter: Stickstoff, Landwirtschaft, Grundwasserschutz

Summary

The agricultural test site in Wagna, Austria, contains 32 test plots with approximately 1,000 m² each. Since 2005 half of the plots are cultivated organically, the other half conventionally. Furthermore, one plot of each cultivation strategy has been equipped with highly precise field lysimeters. The results of the last years show that both cultivation strategies generally not endanger the groundwater quality to excess the allowed nitrate threshold value in the groundwater. However, the seepage water from the organically plot showed temporarily high nitrate concentrations due to cultivation of legumes under certain conditions. Harvested crop yields are in general higher for the conventional cultivation strategy; the economic profit is slightly higher for organic farming in the investigated period.

Einleitung

In der Steiermark stammen 58% (39,8 Mio. m³/a) des Trinkwassers aus seichtliegenden Porengrundwasserkörpern (AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2002). Diese Gebiete werden meist auch sehr intensiv landwirtschaftlich genutzt. Um dieses Grundwasser weiterhin nachhaltig als Trinkwasserressource zur Verfügung zu haben, ist es unerlässlich, die diffusen Einträge und das Gefahrenpotential aufgebracht Stoffe aus der Landwirtschaft zu quantifizieren.

Im Jahr 1991 wurde als Reaktion auf die steigenden Nitratkonzentrationen im Grundwasser des Murtal-Aquifers auf dem landwirtschaftlichen Versuchsfeld in Wagna eine Forschungsstation errichtet, an der die Stoffaustragsgefährdung von konventioneller Landwirtschaft in Richtung Grundwasser untersucht wurde. 2005 wurde der Versuch auf eine vergleichende Untersuchung von konventioneller

und organisch-biologischer Landwirtschaft – welche auf den Einsatz von Pestiziden, Herbiziden und Fungiziden verzichtet – umgestellt.

Ziel der Untersuchungen ist eine Bewertung dieser beiden Bewirtschaftungsweisen in Hinsicht auf deren Erträge, deren ökonomischen Profite sowie deren Gefährdungspotential für das Grundwasser.

Material und Methoden

Das landwirtschaftliche Versuchsfeld Wagna besteht aus 32 Testfeldern zu je 1.000 m² und liegt im Grundwasserkörper Westliches Leibnitzer Feld ca. 30 km südlich von Graz. Seit 2005 werden dort die Auswirkungen von organisch-biologischer sowie konventioneller Landwirtschaft auf das Grundwasser mit Hilfe von Lysimetern gemessen. Diese beiden Bewirtschaftungsweisen werden in 4 jährigen Fruchtfolgen zu je vier Varianten (d.h. die gleiche Frucht-

¹ JOANNEUM RESEARCH, RESOURCES - Institut für Wasser, Energie und Nachhaltigkeit, Elisabethstraße 18/II, A- 8010 GRAZ

* Ansprechpartner: Mag. Gernot Klammler, gernot.klammler@joanneum.at



folge startet mit verschiedenen Früchten im gleichen Jahr) und je vier Wiederholungen gefahren. Eine ausführliche Beschreibung zur Bewirtschaftung und zur technischen Ausstattung der Versuchsanlage ist in KLAMMLER und FANK (2013) ersichtlich.

Konventionelle Bewirtschaftung

Die unter konventioneller Bewirtschaftung in Wagna angewendete Bewirtschaftung richtet sich bei der Düngemessung nach der „Ertragslage mittel“ der Richtlinien für die Sachgerechte Düngung (RL-SGD, BMLFUW 2006 und BMLFUW 2008). Die mittlere aufgebrauchte Stickstoffdüngermenge zwischen 2007 und 2013 beträgt 109 kg/ha/a (siehe auch *Tabelle 1*). Die Verwendung von Pestiziden, Herbiziden und Fungiziden wurde entsprechend einer praxisüblichen Anwendung durchgeführt. Die Fruchtfolge mit den Hauptkulturen Mais (2x), Kürbis und Wintergetreide wurde mit winterharten Gründecken angebaut; die Bodenbearbeitung erfolgte mit Pflug und Egge.

Organisch-biologische Bewirtschaftung

Die organisch-biologische Bewirtschaftung (EC 2008 und EC 2007) hatte in den Jahren 2006 bis 2009 die Fruchtfolge Mais-Wintergetreide-Ölkürbis-Leguminosen. Ab 2010 wurde der Anbau von Leguminosen als „Hauptkultur“ weggelassen und es wurde auf die gleiche Fruchtfolge wie auf der konventionellen Seite umgestellt. Die Fruchtfolge wird grundsätzlich mit Leguminosen als winterharten Gründecken gefahren. Die wesentlichen Unterschiede zur konventionellen Bewirtschaftung sind:

- keine Ausbringung von Pestiziden, Herbiziden oder Fungiziden
- maschinelle Unkrautregulierung
- Stickstoffimport hauptsächlich über Leguminosen
- Bodenbearbeitung großteils mit Grubber statt Pflug

Lysimetermessungen

Eine detaillierte Beschreibung der Lysimeteranlage sowie der Lysimetermessungen ist in KLAMMLER und FANK (2013) ersichtlich.

Erträge

Die gemessenen Erträge am Versuchsfeld Wagna wurden vom Versuchsreferat Steiermark erhoben. Informationen dazu sind in den Versuchsberichten des Versuchsreferates unter www.versuchsreferat.at ersichtlich.

Ökonomische Bewertung

Die ökonomische Bewertung wurde für den Zeitraum 2006 bis 2012 für alle 32 Testfelder durchgeführt. Unter der Annahme, dass die angebauten Kulturen nach der Ernte zu den handelsüblichen Marktpreisen verkauft werden, errechnet sich der ökonomische Profit dabei wie folgt:

Einnahmen Verkauf Hauptkulturen
 + Einnahmen Verkauf Stroh
 - Kosten für Saatgut Hauptkultur
 - Kosten für Saatgut Zwischenkulturen
 - Kosten für Düngung
 - Kosten für Pflanzenschutz und -pflege
 - Kosten für Bodenbearbeitung
 - Kosten für Ernte und Trocknung
 = Profit

Hinsichtlich der Bewertung von „Kosten für Düngung“ muss noch erwähnt werden, dass bei Ausbringung von Gülle nur die Ausbringungskosten und nicht der eigentliche Nährstoffwert in der Gülle eingerechnet wurde, da durch die regionaltypische Tierhaltung von Haus aus mit einem Gülleanfall von 48 kg/ha/a im Murtalaquifer zu rechnen ist (FANK et al. 2010). Da sich konventionelle und organisch-biologische Landwirtschaft in der Praxis auch durch die Anwendung verschiedener Maschinen und einem unter-

Tabelle 1: Jahressummen von Niederschlag (NS), realer Evapotranspiration (ET_r), Grundwasserneubildung (GWNB), Stickstoffdüngermenge (N-Dünger), Stickstoffabfuhr über Ertrag (N-Ertrag), Stickstoffauswaschung (N-Auswasch.) und Nitratkonzentration im Sickerwasser (NO₃-Konz.) gemessen am konventionell bewirtschafteten Feldlysimeter in Wagna.

KON		NS [mm/a]	ET _r [mm/a]	GWNB [mm/a]	N-Dünger ¹ [kg/ha/a]	N-Ertrag ² [kg/ha/a]	N-Auswasch. [kg/ha/a]	NO ₃ -Konz. [mg/l]
2005	Kürbis	943	627	319	2005 u. 2006 nicht ausgewertet, da Einfluss von der			
2006	Mais	907	607	320	Vorbewirtschaftung möglich			
2007	Mais	925	586	296	121	93 (9 Pfl./m ²)	18	27
2008	Wi.Gerste	974	775	192	120	132 (330)	20	45
2009	Kürbis	1314	697	609	52	57 (2)	25	18
2010	Mais	1039	597	429	116	142 (9)	8	8
2011	Triticale	767	761	63	150	156 (400)	4	29
2012	Mais	1111	745	324	150	151 (12)	31	42
2013	Kübis	966	544	476	57	49 (2)	33	31
Mittel:		994	671	336	109	111	20	26

¹ Gülle feldfallend eingerechnet (entspricht 87% von N_{ges} lagerfallend; nach BMLFUW 2006), ² N-Gehalt im Erntegut bezieht sich auf die am Lysimeter befindliche Pflanzenanzahl (in der Klammer angegeben angegebener Wert)

Tabelle 2: Jahressummen von Niederschlag (NS), realer Evapotranspiration (ET_r), Grundwasserneubildung (GWNB), Stickstoffdüngermenge (N-Dünger), Stickstoffabfuhr über Ertrag (N-Ertrag), Stickstoffauswaschung (N-Auswasch.) und Nitratkonzentration im Sickerwasser (NO₃-Konz.) gemessen am organisch-biologisch bewirtschafteten Feldlysimeter in Wagna.

BIO		NS [mm/a]	ET _r [mm/a]	GWNB [mm/a]	N-Dünger ¹ [kg/ha/a]	N-Ertrag ² [kg/ha/a]	N-Auswasch. [kg/ha/a]	NO ₃ -Konz. [mg/l]
2005	Kürbis	959	585	374		2005 u. 2006 nicht ausgewertet, da Einfluss von der		
2006	Klee gras	866	687	276		Vorbewirtschaftung möglich		
2007	Mais	973	651	217	-	143 (10 Pfl./m ²)	5	10
2008	Triticale	928	775	151	-	125 (?)	3	10
2009	Kürbis	1276	608	662	-	93 (3)	133	89
2010	Mais	1024	580	436	-	99 (9)	10	10
2011	Triticale	772	791	60	-	62 (400)	4	30
2012	Mais	1051	697	286	-	146 (9)	14	22
2013	Kürbis	972	534	506	50	27 (2)	74	65
Mittel:		980	656	330	7	99	35	47

¹ N-Eintrag über Leguminosen nicht berücksichtigt, ² N-Gehalt im Erntegut bezieht sich auf die am Lysimeter befindliche Pflanzenanzahl (in der Klammer angegeben angegebener Wert)

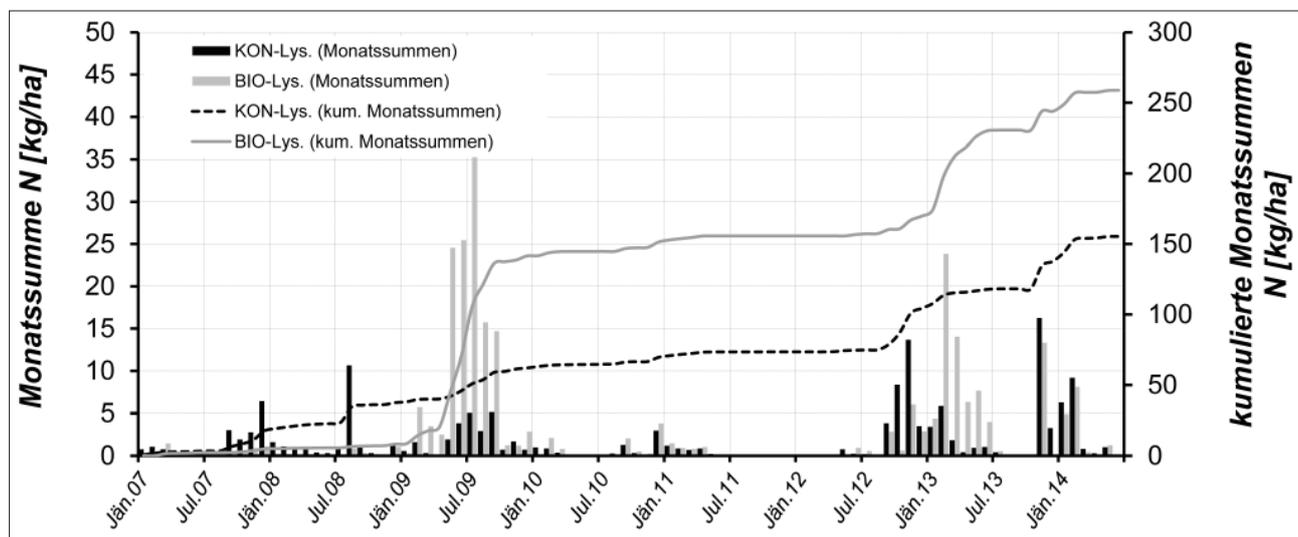


Abbildung 1: Monatssummen und kumulative Monatssummen der Stickstoffauswaschung für konventionelle und organisch-biologische Bewirtschaftung von Jänner 2007 bis Juni 2014.

schiedlichen Zeitaufwand unterscheiden, wurden Maschinenkosten (ÖKL 2013) sowie der Personeneinsatz in dieser Arbeit mit berücksichtigt.

Ergebnisse und Diskussion

In *Tabelle 1* und *Tabelle 2* sind die Jahressummen der Lysimeterergebnisse für konventionelle sowie organisch-biologische Landwirtschaft angegeben. Der Niederschlag wurde dabei aus den positiven Lysimetergewichtsänderungen bestimmt. Obwohl reale Evapotranspiration und Grundwasserneubildung der beiden Bewirtschaftungsvarianten in den Einzeljahren teilweise deutlich unterschiedlich sind, so ist das Mittel aus 2005 bis 2013 zwischen konventioneller und organisch-biologischer Landwirtschaft sehr ähnlich. Für den Standort Wagna ergeben sich demnach mittlere Jahressummen von ungefähr 990 mm Niederschlag, 660 mm realer Evapotranspiration und 330 mm Grundwasserneubildung (gültig für den Zeitraum 2005-2013). Klimatisch Extremjah-

re wie z.B. 2009 mit sehr viel und 2011 mit sehr geringem Niederschlag prägen natürlich die Grundwasserneubildung. Solche Extremjahre beeinflussen weiters auch die Stickstoffauswaschung in Richtung Grundwasser. Während sich in trockenen Jahren wie 2011 durch den geringeren Wasserfluss im Boden auch nur sehr geringe Mengen Stickstoff nach unten verlagern, so kann es in feuchten Jahren – in Kombination mit bestimmten Gegebenheiten – durchaus zu sehr hohen Stickstoffausträgen kommen. Dies war z.B. im Jahr 2009 für die organisch-biologische Bewirtschaftung der Fall, wo durch den Anbau von Leguminosen über den Zeitraum von April 2008 bis April 2009 große Mengen an Stickstoff in den Boden eingebracht wurden und durch den Anbau von Ölkürbis in 2009 nur relativ wenig Stickstoff über das Erntegut abgeführt werden konnte. Der zeitliche Verlauf der Stickstoffausträge ist auch in *Abbildung 1* dargestellt, wo neben den hohen Austrägen der organisch-biologischen Bewirtschaftung in 2009 auch hohe Austräge im ersten Halbjahr 2013 ersichtlich sind. Diese Austräge

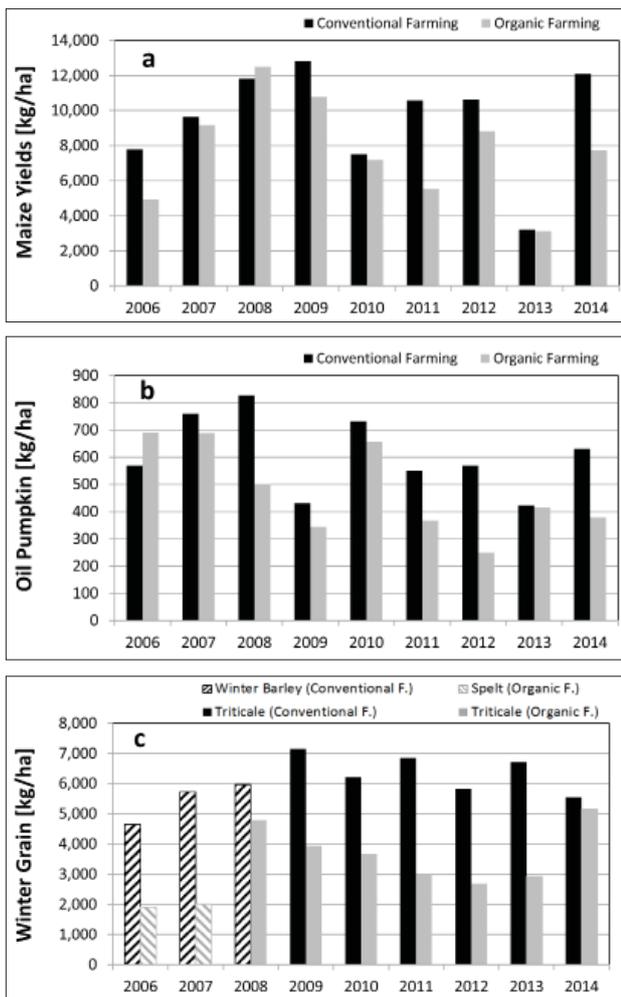


Abbildung 2: Erträge für Mais (a), Ölkürbis (b) und Wintergetreide (c) für konventionelle und organisch-biologische Bewirtschaftung gemessen am landwirtschaftlichen Versuchsfeld Wagna von 2006 bis 2014.

Ende 2012 und Anfang 2013 sind am wahrscheinlichsten auf die lange Periode ohne Sickerwasseranfall von Mitte 2011 bis Mitte 2012 zurückzuführen, in der Nitrat im Bodenwasser gespeichert blieb bis es dann mit dem Sickerwasser ab Herbst 2012 ausgewaschen wurde. Im Mittel werden von der konventionellen Bewirtschaftung (unter Stickstoffdüngereinsatz nach „Ertragslage mittel“ der Richtlinien für die Sachgerechte Düngung) 20 kg/ha/a, von der organisch-biologischen Bewirtschaftung 35 kg/ha/a ausgewaschen.

Die Erträge für konventionelle und organisch-biologische Landwirtschaft sind in *Abbildung 2* dargestellt. Es ist ersichtlich, dass außer für Mais in 2008 und Ölkürbis in 2006 die konventionellen Erträge immer über den organisch-biologischen liegen. Die organisch-biologische Bewirtschaftung in Wagna erzielt im Schnitt 9% weniger für Mais, 22% weniger für Ölkürbis und 44% weniger für Triticale als die konventionelle Bewirtschaftungsweise. Die mittleren konventionellen Absoluterträge belaufen sich auf 9.560 kg/ha/a für Mais, 610 kg/ha/a für Ölkürbis und 6.380 kg/ha/a für Triticale; die mittleren organisch-biologischen

Absoluterträge sind 7.750 kg/ha/a für Mais, 480 kg/ha/a für Ölkürbis und 3.550 kg/ha/a für Triticale.

Obwohl die Erträge auf der organisch-biologischen Seite teilweise deutlich niedriger sind als auf der konventionellen, ist der ökonomische Profit – wie in *Tabelle 3* dargestellt – bei der organisch-biologischen Bewirtschaftung für den Zeitraum 2006-2012 im Mittel um 54 €/ha/a höher. Die höchsten mittleren Profite wurden für organisch-biologisch bewirtschafteten Mais erzielt, die niedrigsten für konventionelle Triticale (Alfalfa bzw. das Klee-grasgemisch nicht berücksichtigt). Auffallend ist, dass die jährliche Variabilität der Profite durchaus sehr hoch ist, z.B. für die Jahre 2010, 2011 und 2012 für organisch-biologischen Ölkürbis.

Tabelle 4 zeigt die mittleren jährlichen Profite aufgeschlüsselt nach den unterschiedlichen Einnahmen und Kosten. Es ist ersichtlich, dass die Einnahmen für konventionelle Landwirtschaft höher sind, was sich durch die höheren Erträge erklären lässt. Das ist auch gleichzeitig der Grund, dass die Kosten für Ernte und Trocknung auf der konventionellen Seite höher sind. Den größten Unterschied gibt es bei den Düngekosten, wo die organisch-biologische Landwirtschaft deutlich unter den konventionellen Kosten liegt. Die Kosten für Pflanzenschutz und -pflege sind für die organisch-biologische Landwirtschaft vor allem durch die maschinelle Unkrautregulierung aber auch durch das mehrmalige Häckseln der Klee-gras und Alfalfa-Flächen zwischen 2006 und 2009 relativ hoch (zählt zu Pflanzenschutz, da durch die Anlage einer einjährigen Gründücke Schädlingen vorgebeugt wird).

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass die niedrigeren Erträge der organisch-biologischen Bewirtschaftung durch höhere Marktpreise der verkauften Früchte ausgeglichen werden. Durch die niedrigeren Kosten für Düngung sowie für Ernte und Trocknung erzielt die organisch-biologische Bewirtschaftung im Vergleich zur konventionellen einen höheren ökonomischen Profit. Würde man zu den dargestellten Ergebnissen in *Tabelle 3* und *Tabelle 4* auch noch Prämien für Umweltleistungen dazuzählen, so würde sich der Unterschied im Profit zu Gunsten der organisch-biologischen Bewirtschaftung vergrößern.

Des Weiteren soll auch nochmals erwähnt werden, dass für die Düngung mit Gülle bei der konventionellen Bewirtschaftung nur Ausbringungskosten eingerechnet wurden. Würde man hier die Nährstoffkosten für Stickstoff mit berücksichtigen, würde sich der Profit von 267 auf 221 €/ha/a verringern. Bei einer Berücksichtigung der Nährstoffkosten für Stickstoff, Phosphor und Kalium (Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, 2013) käme es zu einer weiteren Reduktion des konventionellen Profits auf 157 €/ha/a.

Schlussfolgerungen

Sowohl die konventionelle als auch die organisch-biologische Bewirtschaftung am Versuchsfeld Wagna liefern im Durchschnitt von 2007-2013 Sickerwasserkonzentrationen von kleiner 50 mg Nitrat pro Liter. Das heißt, dass beide Bewirtschaftungsweisen die Nitratkonzentration im Grundwasser nicht über den gesetzlichen Grenzwert von 50 mg/l anheben. Für die organisch-biologische Seite bringt vor allem der Einsatz von Leguminosen ein sehr großes

Tabelle 3: Kulturspezifische ökonomische Profite für konventionelle und organisch-biologische Bewirtschaftung am landwirtschaftlichen Versuchsfeld Wagna von 2006 bis 2012.

[€/ha/a]	Kultur	Konventionelle Bewirtschaftung				Organisch-Biologische Bewirtschaftung				
		Mais	Ölkürbis	Wintergerste	Triticale	Mais	Ölkürbis	Klee gras, Alfalfa	Dinkel	Triticale
2006		-141	19	-199		-170	716	-455	15	
2007		863	318	321		2146	708	-519	144	
2008		306	602	119		1674	749	-455		838
2009		371	-123		-331	532	94	-626		245
2010		-252	697		46	521	1053			-127
2011		485	-58		282	108	-55			-119
2012		1209	53		33	1248	-1104			-60
Mittel pro Kultur		406	215	80	8	866	309	-514	80	155
		Mittel KON:			267 €/ha/a	Mittel BIO:			321 €/ha/a	

Tabelle 4: Ökonomischer Profit für konventionelle und organisch-biologische Landwirtschaft aufgeschlüsselt nach den unterschiedlichen Einnahmen und Kosten.

[€/ha/a]	Konventionelle Bewirtschaftung	Organisch-Biologische Bewirtschaftung
Einnahmen Verkauf Hauptkulturen	1597	1520
Einnahmen Verkauf Stroh	17	0
Kosten für Saatgut Hauptkultur	-233	-229
Kosten für Saatgut Zwischenkulturen	-116	-130
Kosten für Düngung	-215	-69
Kosten für Pflanzenschutz und -pflege	-117	-209
Kosten für Bodenbearbeitung	-262	-258
Kosten für Ernte und Trocknung	-404	-304
Profit	267	321

Stickstofffixierungspotential mit, welches im Vergleich zur konventionellen Düngung nicht so einfach steuerbar ist. In Kombination mit hydrologischen Extremen und wenig Abfuhr über das Erntegut kann es wie in 2009 und 2013 zu sehr hohen Stickstoffausträgen kommen. Obwohl die organisch-biologische Bewirtschaftung durch den Verzicht auf Pestizide, Herbizide und Fungizide zwar kein Risiko hinsichtlich Pflanzenschutzmittelrückständen im Grundwasser darstellt, so zeigen die Lysimetermessungen schon ein höheres Risiko der Stickstoffauswaschung als bei der konventionellen Bewirtschaftung unter Einhaltung einer sachgerechten und ertragsorientierten Stickstoffdüngerbemessung. Die Erträge sind auf der konventionellen Seite erwartungsgemäß höher ausgefallen, jedoch konnte mit dem Versuch gezeigt werden, dass die organisch-biologische Bewirtschaftungsweise im ausgewerteten Zeitraum sogar einen finanziellen Vorteil gegenüber der konventionellen gebracht hat.

Zukünftige Untersuchungen am Großparzellenversuch des landwirtschaftlichen Versuchsfelds Wagna werden ab 2015 nicht mehr organisch-biologische und konventionelle Landwirtschaft vergleichen, sondern die Unterschiede zwischen zwei konventionellen Bewirtschaftungsstrategien untersuchen: (1) Düngegaben bemessen nach der „Ertragslage mittel RL-SGD“ ohne Winterbegrünung und (2) Düngegaben bemessen nach der „Ertragslage hoch RL-SGD“ mit Winterbegrünung. Darüber hinaus werden sich die Lysimeterversuche auch mit der Austragsgefährdung von Pestizidwirkstoffen und deren Metaboliten befassen.

Danksagung

Ich möchte mich bei dieser Gelegenheit sehr herzlich bei Ing. Georg Fastl und bei DI Heinz Köstenbauer für die langjährige Betreuung des Versuchs bedanken. Des Weiteren freut es mich, mit dem Versuchsreferat Steiermark unter der Leitung von Dr. Dagobert Eberdorfer in Zusammenarbeit mit Dr. Johann Robier Partner gefunden zu haben, um die zukünftigen Fragestellungen in landwirtschaftlicher Hinsicht zu betreuen.

Literatur

- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG, 2002: Wasserversorgungsplan Steiermark – Ein Leitfaden für die öffentliche Wasserversorgung. Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung 19A, Wasserwirtschaftliche Planung u. Hydrographie, 231 S., Graz.
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2006: Richtlinien für die Sachgerechte Düngung. Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft. 6. Aufl., Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 79 S., Wien.
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2008: Richtlinien für die Sachgerechte Düngung im Garten- und Gemüsebau. 3. Aufl., Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 169 S., Wien.
- BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT, 2013: IDB Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten. <http://www.awi.bmlfuw.gv.at/idb/default.html>, valid on July 25, 2013.

- EC (European Council), 2007: Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2007R0834:20081010:EN:PDF>, valid on July 27, 2013.
- EC (European Council), 2008: Commission Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labeling and control. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2008R0889:20130101:EN:PDF>, valid on July 27, 2013.
- FANK, J., F. FEICHTINGER, G. DERSCH und J. ROBIER, 2010: Ackerbauliche Maßnahmen für eine grundwasserverträgliche Landwirtschaft im Murtal (Graz bis Bad Radkersburg). Unpublished report. Institut für WasserRessourcenManagement – Hydrogeologie und Geophysik, Joanneum Research Graz, Austria.
- KLAMMLER, G. und J. FANK, 2014: Determining water and nitrogen balances for beneficial management practices using lysimeters at Wagna test site (Austria). *Sci. Tot. Environ.* 499:448-462.
- ÖKL, 2013: ÖKL-Richtwerte für die Maschinenselbstkosten 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012. Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung, Wien.