

Regionalisierung von Anbausystemen des Ökologischen Landbaus

J. Bachinger, J. Hufnagel, P. Zander

Problemstellung/Ziele: Die zukünftige Agrar- und Umweltpolitik der EU wird in verstärktem Maße ökologische Leistungen der Landwirtschaft honorieren. Aufgrund des Subsidiaritätsprinzips sollten die Förderinstrumente regional angepasst werden. Dazu werden Entscheidungshilfesysteme benötigt, welche die betriebswirtschaftlichen Entscheidungsregeln und die Produktionsweisen mit ihren Auswirkungen auf die ökologischen Leistungen abbilden können. Der Ökologische Landbau (ÖL) wird in seinen ökonomischen und ökologischen Leistungen deutlich stärker von den natürlichen Standortbedingungen (Bodenqualität, Witterung) beeinflusst, als der Konventionelle Landbau. Dies ist bei der regionalen Abbildung und Bewertung von Anbausystemen bzw. -verfahren des ÖL zu berücksichtigen. Bisher findet dies aber aus Mangel an regionalisierenden Abschätzungs- und Bewertungsalgorithmen in Wissenschaft und Beratung nur ungenügend statt. Neben Fruchtfolgen sind Anbauverfahren der verschiedenen Fruchtarten das wesentliche Element zur Charakterisierung von Anbausystemen. Sowohl für die regionale Bewertung des ÖL in Hinblick auf dessen ökonomische wie auch ökologischen Leistungen, als auch für die einzelbetriebliche, strategische Planung ist es notwendig den Einfluss von regionalen Witterungs- und Bodenverhältnissen auf die Auswahl bzw. Gestaltung von Anbauverfahren einzelner Fruchtarten mit ihren zeitlichen Abläufen möglichst detailliert abzubilden. Ein Regionalisierungsansatz soll im Folgenden dargestellt werden.

Hypothesen: Eine regional differenzierte, modellgestützte Abbildung pflanzenbaulich sinnvoller Anbauverfahren ist auf der Grundlage von heute verfügbaren Daten zu Bodenqualität, Witterung und mittleren phänologischen Terminen unter Berücksichtigung der naturräumlichen Gliederung Deutschlands (Deutscher Wetterdienst) möglich. Daraus ableitbar sind wichtige Teilgrößen zur Fruchtfolgeplanung wie eine regionalisierte Abschätzung von Erträgen, N-Entzügen, N₂-Fixierungsleistungen und Durchwaschungshäufigkeit zur Bewertung des N-Austragspotentials in Abhängigkeit von Niederschlag und Bodenqualität (AZ) ableitbar.

Methoden: Regionalisierte Anbauverfahren wurden sowohl für den konventionellen („Gute fachliche Praxis“) als auch für den ökologischen Landbau (nach AGÖL-Richtlinien) formuliert. Im Folgenden werden Anbauverfahren des ÖL dargestellt. Die Methode besteht aus drei Hauptschritten: Erstellung „*fruchtartspezifischer Maßnahmenkataloge*“, deren „*Regionalisierung*“ und die abschließende Generierung von „*diskreten Anbauverfahren*“. Rechentechnisch umgestellt wird diese Methode im Modul „Anbauverfahren“ des gesamtbetrieblichen Mehrzieloptimierungsmodells MODAM (Zander u. Kächele, 1999). Darauf aufbauend werden mit Hilfe des Teilmodells „Fruchtfolge“ (Bachinger u. Zander, 2001) standortangepasste Fruchtfolgen generiert.

1. Erstellung von Maßnahmenkatalogen: Diese bestehen aus einer Liste aller Teilmaßnahmen, die beim Anbau einer gegebenen Fruchtart, beginnend mit der Stoppelparbeitung der Vorfrucht bis zur Ernte der Hauptfrucht durchgeführt werden können. Die aufgeführten Teilmaßnahmen können sich sowohl ergänzen (z.B. „Blindstriegeln“ und „Striegeln Nachauflauf“) als auch ausschließen (z.B. „wendende“ oder „lockern-

de“ Bodenbearbeitung). Die Kataloge sind fruchtartspezifisch, unterscheiden zwischen konventionellem und ökologischem Landbau und berücksichtigen Bewirtschaftungsunterschiede zwischen Marktfrucht- und Viehhaltungsbetrieben (z.B. die Art und den Zeitpunkt organischer Düngung). Die Kataloge zur Abbildung von Anbausystemen des ökologischen Landbaus umfassen 17 Ackerfrucht- bzw. Nutzungsarten (Leguminosengrasgemenge als Rotationsbrache, Heu, Silage, Grünfütter) und unterscheiden verschiedene „Vorfruchtkategorien“ und „Anbausituationen“. Da die Vorfrucht den Anbau der Nachfrucht erheblich beeinflusst (z.B. Art, Intensität und Zeitpunkt von Stoppelbearbeitung, Aussaatzeitpunkt, mechanische Beikrautregulierung der Folgefrucht) erschien es sinnvoll, diese Tatsache durch die Unterscheidung verschiedener „Vorfruchtkategorien“ zu berücksichtigen. Die „Anbausituationen“ (AS) dienen der Kategorisierung von „Standortqualität“ und werden durch „Ertragsvermögen“ (EV) und der daraus abgeleiteten Bestandesdichte (BD) näher charakterisiert. Die BD ist vor allem für die biotische Bewertung von Bedeutung. Aus der AS leiten sich Art, Intensität (z.B.: Striegeleinsatz) und Durchführungszeitraum einzelner Maßnahmen ab. Bisher werden für jede Fruchtart drei Anbausituationen unterschieden (Beispiel Winterweizen ÖL):

Anbausituation	Ertragsvermögen [dt ·ha ⁻¹]	Bestandesdichte [Halme/m ²]	Maßnahmen- intensität
1	< 25	180-200	niedrig
2	25-50	300-400	mittel
3	> 50	400-500	hoch

2. *Regionalisierung der fruchtartspezifischen Maßnahmenkataloge:* Grundlage der Regionalisierung der Bearbeitungstermine ist die naturräumliche Gliederung Deutschlands (DWD, 1952). Für eine genaue Terminierung von Teilmaßnahmen werden diese einem fruchtartspezifischen Entwicklungsstadium (BBCH-Code) zugeordnet und anhand naturraumspezifischer phänologischer Daten des Deutschen Wetterdienstes für 87 Naturräume in Deutschland zeitlich regionalisiert. Den Teilmaßnahmen werden detailliert beschriebene Teilverfahren (Maschinen, Betriebsmittelaufwendung, Arbeitszeitbedarf) zugeordnet, um Deckungsbeitragsberechnungen zu ermöglichen.

Weiterhin werden den Naturräumen die verschiedenen Anbausituationen räumlich zugeordnet. Grundlage dieses Vorgehens ist die Verschneidung der Naturräume mit Bodeninformationen der Bodenübersichtskarte (BÜK1000, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) und der Übersichtskarte „Bodenzahlen der vorherrschenden Leitbodenformen“ (Wendtland et al. 1993). Die AS werden den Bodenzahlen (BZ) wie folgt zugeordnet: AS1: BZ < 30; AS2: 30-50; AS3: >50.

3. *Generierung regionalisierter, diskreter Anbauverfahren:* Auf der Basis der regionalisierten Maßnahmenkataloge lassen sich für jeden Naturraum spezifische Anbauverfahren generieren. Im Gegensatz zum Katalog der Teilmaßnahmen bestehen Anbauverfahren nur aus sachlogisch aufeinander aufbauenden Teilmaßnahmen, d.h. sie schließen sich gegenseitig nicht aus. Solchermaßen generierte Anbauverfahren sind immer nur eine Auswahl möglicher Anbauverfahren in einer Region und können hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Kenngrößen bewertet werden.

Generierung von Fruchtfolgen: Diese Anbauverfahren können an Hand verschiedener Abschätzungsalgorithmen die Verfahren in Hinblick auf Größen des N-Saldos (N-Entzug, N₂-Fixierung und N-Austrag) und verschiedener Verunkrautungsindizes regional bewertet und zu pflanzenbaulich sinnvollen Fruchtfolgen kombiniert werden. Zur Abschätzung des N-Austragspotentials wird als Standortinformation die Durchwa-

schungshäufigkeit des Wurzelraumes in Abhängigkeit der Niederschläge während des Winterhalbjahres (Okt.- März) und der Bodengüte (AZ) (modifiziert nach AK DBG, 1992) (s. Tab. 2) kalkuliert. Die Bewertungs- und Abschätzungsalgorithmen liegen z. Z. noch nicht flächendeckend für Gesamtdeutschland vor.

Ergebnisse/Diskussion:In Tab. 1 ist die zeitliche Regionalisierung des Maßnahmenkataloges für Winterweizen nach frühräumender Vorfrucht dargestellt. Zur Terminierung der Stoppelbearbeitung (z.B. nach Körnerleguminosen) wurde der Phänologische Termin „Winterweizenernte“ gewählt, da in der Regel dann auch die Körnerleguminosenernte abgeschlossen ist. Mit der dargestellten Vorgehensweise lassen sich sowohl zur gesamtbetrieblichen Optimierung als auch zur biotischen Bewertung (z.B. Gefährdung von Feldvogelarten) Arbeitszeitspannen der Einzelmaßnahmen innerhalb kulturartenspezifischer Anbauverfahren regional terminieren. So können z.B. bei einer einzelbetrieblichen Fruchtfolgeplanung durch Auswahl einzelner diskreter Anbauverfahren Arbeitszeitspitzen regional identifizieren und ggf. reduzieren.

Tab. 1: Ableitung von Arbeitszeitspannen möglicher Einzelmaßnahmen in Anbauverfahren (Winterweizen in Anbausystemen des ÖL) aus dem Phänologischen Beobachtungsprogramm des DWD am Beispiel des Naturraumes „Ostbrandenburger Platte“ (JTZ = Jahrestagzahl; langjährige Mittelwerte ;¹⁾ Vegetationsbeginn entspricht dem phänologischen Termin: Beginn der Hufattichblüte)

Phänologisches Beobachtungsprogramm des DWD				Entwicklungsstadien	BBCH	BBCH	pflanzenbauliche Einzelmaßnahmen	DWD-Code	Zeitspanne (Code +/- d)	
Phänolog. Termine	Code	JTZ	Datum						Von	bis
							Stoppelbearbeitung	194	0	14
							Grunddüng./ Kalkung	194	7	28
							Festmist	194	-14	7
							Saatfurche	93	-14	7
							Saatbettbereitung	93	-7	7
Bestellung	93	277	03.10.		00	00	Aussaat	93	0	14
				Keimung	00...08	00...07	Blindstriegeln	94	-7	7
				Auflaufen	09					
Auflaufen	94	289	15.10.		09...10					
						13...	Striegel (Nachauflauf)	94	3	14
Hufattbl. ¹⁾	3	82	22.03.	Bestockung	21...					
						...29	Striegel (nach Winter)	3	0	14
				Ende Bestockung	...29	...29	1. Flüssigmistgabe	40	-21	0
Beginn Schossen	40	114	23.04.		30					
				Ährenschwellen	43...49	49...51	2. Flüssigmistgabe	41	-7	7
Ährenschn.	41	150	29.05.		51					
Ernte	194	215	02.08.	Totreife	89...92		Mähdrusch	194	0	14

In Tabelle 2 sind wesentliche phänologische Termine für Winterweizen in stark unterschiedlichen Naturräumen exemplarisch dargestellt. Deutlich wird der klimatische Einfluss auf die Ontogenese von Winterweizen in den einzelnen Naturräumen. So ist die Zeitspanne zwischen Vegetationsbeginn und Ernte im Naturraum Ostbrandenburger Platte durch den deutlich kontinentalen Einfluss um fast drei Wochen kürzer als auf den Donau-Iller-Lechplatten.

Tab. 2: Phänologische Termine (Vegetationsbeginn, Winterweizen) und deren langjährige mittlere Eintrittstage für ausgewählte Naturräume (DWD, langjähriges Mittel)

Phänologischer Termin Code	Hufflattichblüte	Schossen	Ährenschieben	Ernte
	3	40	41	194
Naturraum	(langjähriges Mittel)			
Niederrheinische Bucht	11. Mrz.	28. Apr.	4. Jun.	7. Aug.
Ostbrandenburgische Platte	29. Mrz.	30. Apr.	3. Jun.	10. Aug.
Lüneburger Heide	26. Mrz.	3. Mai.	8. Jun.	16. Aug.
Donau-Iller-Lech-Platten	19. Mrz.	12. Mai.	13. Jun.	19. Aug.

In Tabelle 3 sind die kalkulierten Durchwaschungsraten für die in den ausgewählten Naturräumen vorherrschenden Ackerzahlbereiche grau hinterlegt. Daraus wird der Einfluss von Bodenqualität in Verbindung mit der Witterung auf das N-Austragsrisiko deutlich erkennbar. So verlangen Durchwaschungshäufigkeiten, die deutlich über eins liegen, entsprechende N-Managementstrategien im Rahmen der Anbauverfahrens- bzw. der Fruchtfolgegestaltung.

Tab 3: Kalkulierte Durchwaschungshäufigkeit ausgewählter Naturräume in Abhängigkeit der Winterniederschläge und der mittleren vorherrschenden Ackerzahlbereiche

Naturraum	Winter-NS	AZ							
		20	30	40	50	60	70	80	
		Durchwaschungshäufigkeit							
Iller-Lech-Platten	326	5,9	2,7	1,6	1,1	0,7	0,6	0,4	
Kölner Bucht	345	6,2	2,9	1,7	1,1	0,8	0,6	0,5	
Lüneburger Heide	332	6,0	2,8	1,6	1,1	0,8	0,6	0,4	
Ostbrandenb. Platte	239	4,3	2,0	1,2	0,8	0,5	0,4	0,3	

Literaturangaben: Bachinger, J. u. Zander, P. (2001): Crop rotation planning tool for organic farms.- In: Steffe, J. [ed.]: Third European Conference of the European Federation for Information Technology in Agriculture, Food and the Environment 1: 89-94.

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, (2000): Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:1.000.000, digitale Version (BÜK1000, Vers. 0400).- Hannover (Digitales Archiv FISBo).

DBG-AK Bodennutzung in Wasserschutz- und schongebieten. (1992). Maßnahmen zur Reduzierung bodennutzungsbedingter Grundwasserbelastung mit Nitrat. Maßnahmen zur Erosionsbekämpfung.

Deutscher Wetterdienst (DWD), (1952 – 1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung der Bundesrepublik Deutschland, verändert. Wendland, F., Albert, H., Bach, M. und Schmidt R., (1993): Bodenzahlen der vorherrschenden Leitbodenformen. In „Atlas zum Nitratstrom in der Bundesrepublik Deutschland“. BMFT Verbundprojekt: Nitratbelastung der Grundwässer, KFA Jülich, STE 1993, Maßstab 1:3.500.00.

Zander, P. und H. Kächele. (1999). Modelling multiple objectives of land use for sustainable development. Agricultural Systems 59: 311-325.

Die Arbeiten wurden durch das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft und das Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg gefördert.

Bibliographische Angaben:

Vorliegendes Dokument archiviert unter <http://orgprints.org/00000858/>

Bachinger, J. and Hufnagel, J. and Zander, P. 2003: Regionalisierung von Anbausystemen des ökologischen Landbaus [Regionalisation of cropping systems in organic agriculture]. Paper presented at 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Universität für Bodenkultur, Wien, 24-26 Februar 2003; Published in Freyer, Bernhard (Eds.): *Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau - Ökologischer Landbau der Zukunft*, Universität für Bodenkultur, Wien, **61-64**