

Ökosystemleistungen der Landwirtschaft – eine einzelflächenbezogene Analyse

R. Hübner, M. Kapfer, K. Eckstein, S. Ziesel und J. Kantelhardt¹

Abstract - Mit der landwirtschaftlichen Produktion entstehen sogenannte externe Effekte. So hat die Nutzung der Fläche beispielsweise einen wesentlichen Einfluss auf Umwelt und Landschaft. Ziel der Studie ist eine Bewertung und räumliche Verortung positiver Externalitäten auf die Umweltkompartimente und das Landschaftsbild, d.h. die Erbringung von Umweltleistungen und deren Beitrag zu einem typischen Landschaftsbild einer Region auf Ebene der Einzelfläche. Hierfür wird die Methode der Data Envelopment Analysis (DEA) mit einer GIS-Analyse kombiniert. Ca. 5.800 Feldstücke aus einer Region mit ungünstigen landwirtschaftlichen Produktionsbedingungen, der „Bayerischen Rhön“, werden untersucht. Die Ergebnisse zeigen eine räumliche Trennung von Flächen mit hohen und Flächen mit geringeren Leistungen für die Umwelt bzw. das Landschaftsbild.

EINLEITUNG

Die landwirtschaftliche Produktion ist mit negativen und positiven externen Effekten bzw. Externalitäten verbunden. Negativ ist bspw. der Eintrag von Nährstoffen und Pestiziden in die Gewässer. Positive externe Effekte zeigen sich z.B. im Erhalt eines typischen Landschaftsbildes einer Region. Die Umweltwirkung von landwirtschaftlichen Betrieben wurde bereits in zahlreichen Studien untersucht (z.B. Kantelhardt und Eckstein, 2007). In der vorliegenden Studie erfolgt die Analyse auf einer geringeren aggregierten Ebene – der Untersuchungsgegenstand ist das einzelne Feldstück. Damit ist es möglich, den Beitrag der Landbewirtschaftung im Hinblick auf die Umwelt (Umwelteffizienz) und das typische Landschaftsbild (Landschaftseffizienz) räumlich exakt zu verorten.

MATERIAL UND METHODEN

Als Untersuchungsregion dient eine bayerische Mittelgebirgsregion mit ungünstigen lw. Produktionsbedingungen, die „Bayerische Rhön“. Die Höhenlagen (800 m NN) werden größtenteils als Grünland genutzt, in tieferen Lagen (500 m NN) ist auch Ackerbau möglich. Der überwiegende Teil der Landwirtschaft im Nebenerwerb mit einem durchschnittlichen Viehbesatz von 0,5 GV/ha LF. Die Regi-

on ist als Biosphärenreservat ausgewiesen. Die insgesamt rund 5.800 untersuchten Flächen liegen teils in der Kernzone bzw. in der Managementzone, teils außerhalb des Biosphärenreservates.

Für die Ermittlung flächenbezogener Umweltleistungen bzw. der Leistungen für das Landschaftsbild werden Daten der Biotopkartierung Bayern, des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVeKoS) sowie die Agrarstatistik ausgewertet. Die Ermittlung des flächenbezogenen Beitrags zu Umwelt und Landschaft erfolgt mit Hilfe eines Leistungsvergleichs. Als Methode dient das nichtparametrische Verfahren der Data Envelopment Analysis (DEA). Die Verwendung der DEA erlaubt eine Einbeziehung von mehreren Faktoren ohne Vereinheitlichung der Maßeinheiten. Der Leistungsvergleich wird durch das Verhältnis zwischen Output und Input, der bei der Leistungserbringung anfällt, ausgedrückt. Je weniger Input für die Leistungserbringung notwendig ist bzw. je mehr Output bei konstantem Input anfällt, desto höher ist die Effizienz. Der Effizienzwert wird bei der DEA jeweils am bestmöglichen Effizienzwert der Stichprobe gemessen (vgl. Cooper et al., 2006). Für die Analyse kommt das outputorientierte Modell von Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) zur Anwendung (ibid.):

$$\begin{aligned} \max_{\phi, \lambda} & \phi \\ \text{s.t.} & -\phi y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & x_i - X\lambda \geq 0 \\ & \lambda \in R_+ \end{aligned}$$

Dabei ist ϕ ein Effizienzfaktor, λ ein Skalenniveaufaktor, Y eine $N \times M$ Matrix aller Outputs der N Flächen und X eine $N \times K$ Matrix aller Inputs der N Flächen; y ist ein $M \times 1$ Vektor des Outputs der Fläche i und x ist ein $K \times 1$ Vektor des Inputs der Fläche i . In dieser Studie wird die technische Effizienz θ ausgewiesen, die sich aus $\theta = 1/\phi$ berechnet.

Es werden zwei technische Effizienzen berechnet, die sich zum einen auf die Erbringung von Umweltleistungen (abiotische und biotische Ressourcen) und zum anderen auf den Beitrag zum Landschaftsbild (ästhetische und kulturelle Ressourcen) beziehen. Da sich die Nutzungsweise von Grünland (DF) und Ackerland (AF) grundlegend unterscheidet, wird die Analyse je Flächennutzungstyp getrennt durchgeführt. Während sich die Feldstücksgröße (in ha) für die Bestimmung der vier verschiedenen Effizienzen (umweltorientierte technische Effizienz θ_{env} für AF/DF; landschaftsästhetisch orientierte technische Effizienz θ_{land} für AF/DF) gleichermaßen als Inputfaktor

¹ Rico Hübner und Karin Eckstein, Technische Universität München, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues, Alte Akademie 14, 85356 Freising, Deutschland, (rico.huebner@tum.de).

Martin Kapfer und Jochen Kantelhardt, BOKU Wien, Feistmantelstraße 4, 1180 Wien, Österreich, (martin.kapfer@boku.ac.at).

Sigrid Ziesel, WGF Landschaft, Vordere Cramergasse 11, 90478 Nürnberg, Deutschland.

tor eignen, sind in Abhängigkeit von Flächennutzung und Fragestellung unterschiedliche Outputfaktoren zu betrachten (vgl. Tab. 1). Generell werden unerwünschte Outputs, wie beispielsweise der Nährstoffüberschuss, transformiert (vgl. Scheel, 2000).

Tabelle 1. Ausgewählte Outputfaktoren.

	θ_{env}		θ_{land}	
	DF	AF	DF	AF
Landschaftselemente (ha)			x	x
Feldrand (m)			x	x
Biotopwert (Index)	x	x	x	x
Anteil Reihenfrüchte (%) ^a		x		
Anzahl Fruchtfolgeglieder				x
ausgewählte AUM (€)	x	x		
Pestizideinsatz (€) ^a		x		
N-Applikation insges (kg) ^a	x	x		
N-Überschuss (kg) ^a	x	x		
Grünlandertrag (dt TM) ^a	x		x	

^a transformierte Outputfaktoren

ERGEBNISSE

Zunächst werden die Ergebnisse der Umwelteffizienzberechnungen vorgestellt. Die mittlere θ_{env} beträgt bei DF 0,58 und erreicht bei AF 0,46 (Tab. 2). Obwohl beide Flächennutzungen ähnliche durchschnittliche Effizienzwerte erreichen, wird deutlich, dass auf AF-Schlägen auch sehr niedrige Werte erzielt werden. Geringe Werte in der Umwelteffizienz sind auf eine sehr intensive Flächennutzung zurückzuführen wie sie vielfach auf AF stattfindet.

Bezogen auf die Landschaftseffizienz zeigen sich deutliche Unterschiede in den Werten zwischen DF (0,42) und AF (0,16). Der sehr geringe durchschnittliche Effizienzwert auf AF macht deutlich, dass hier wenige Einzelflächen einen hohen Beitrag für das Landschaftsbild erbringen, während die „Durchschnittsflächen“ im Vergleich dazu keine besonderen Leistungen zuzuschreiben sind. Dagegen ist der Beitrag von DF-Feldstücken zum Landschaftsbild weniger differenziert.

Tabelle 2. Effizienz der Nutzungstypen bezogen auf die positiven Wirkungen auf Umwelt und Landschaftsbild.

	DF	AF
	Mittel / min / max	Mittel / min / max
Umwelt	0,58 / 0,09 / 1,0	0,46 / 0,0 / 1,0
Landschaft	0,42 / 0,03 / 1,0	0,16 / 0,03 / 1,0

Im Folgenden wird analysiert, in wie weit die Auflagen des Biosphärenreservates die Flächenleistungen für die Umwelt und das Landschaftsbild beeinflussen. Hierfür werden die durchschnittlichen Effizienzergebnisse getrennt für Flächen in der Kernzone, der Managementzone und außerhalb des Schutzgebietes ausgewertet. Auf DF zeigt sich, dass sowohl θ_{env} - als auch θ_{land} -Werte ansteigen, je höher die Auflagen des Biosphärenreservates sind. Dieses Ergebnis ist statistisch abgesichert. Flächen mit hoher ökologischer Wertigkeit liegen insbesondere in der Reservats-Kernzone. Bei AF kann kein Unterschied zwischen den Bewirtschaftungszonen festgestellt werden. Die Reservatsauflagen, die auf AF gelten, führen offensichtlich nicht zu einem höheren Beitrag im Sinne der Umwelt oder der Landschaft.

Wird die Lage der Flächen betrachtet, die für

beide Effizienzwerte (θ_{env} u. θ_{land}) überdurchschnittliche Ergebnisse erzielen, so wird deutlich, dass es sich hier insbesondere um DF in der Kernzone des Biosphärenreservates handelt. Dagegen sind die Flächen, die in beiden Effizienzwerten unterdurchschnittliche Leistungen erwarten lassen, insb. AF.

Im Untersuchungsgebiet werden aufgrund der ungünstigen Produktionsbedingungen Ausgleichszulagen (AGZ) gewährt. Anhand einer Korrelationsanalyse wird geprüft, in wie weit die Höhe der AGZ die Leistungen für die Umwelt bzw. das Landschaftsbild beeinflussen. In Tab. 3 wird deutlich, dass für DF eine schwache aber signifikante Abhängigkeit zwischen der Höhe der Zahlungen und den Effizienzwerten besteht. Bemerkenswert ist das Ergebnis für AF. Hier zeigt sich eine negative Korrelation zwischen der AGZ und dem Beitrag der Fläche für eine typische Landschaft, während die Umweltleistungen durch die AGZ kaum beeinflusst werden. Das deutet darauf hin, dass die AGZ dazu beiträgt, dass AF zwar weiterhin bewirtschaftet wird, allerdings bewirkt die Zahlung nicht, dass die Bewirtschaftung zusätzlich intensiviert wird.

Tabelle 3. Korrelation zwischen Effizienzwert und den Zahlungen der Ausgleichszulage.

	DF	AF
Umwelt	0,205**	-0,038*
Landschaft	0,227**	-0,654**

ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG

Die Ergebnisse zeigen eine im Durchschnitt höhere Umwelteffizienz auf DF als auf AF. Es wird deutlich, dass auf den Ackerflächen ein größeres Potenzial zur Verbesserung der Umweltwirkung besteht, während es auf DF notwendig ist, den hohen Umweltstandard aufrechtzuerhalten. Dies wird auch dadurch deutlich, dass die Umwelteffizienz in der Kernzone des Biosphärenreservates höher ist als in der Managementzone und außerhalb des Biosphärenreservates. Je höher die Schutzgebietsauflagen sind, desto bessere Umweltleistungen bzw. höhere Leistungen für das Landschaftsbild werden auf den Flächen erzielt.

Für die Beibehaltung der hohen ökologischen Wertigkeit ist eine landwirtschaftliche Nutzung notwendig, auch wenn diese insbesondere auf den marginalen Standorten oft nicht wirtschaftlich ist. Hier sind Prämien z.B. im Rahmen von Agrarumweltprogrammen ausschlaggebend, um eine Bewirtschaftung der Flächen aufrecht zu erhalten.

LITERATUR

- Cooper, W. W., Seiford, L. M. und Tone, K. (2006). *Introduction to data envelopment analysis and its uses: DEA-solver software and references*, Springer, New York.
- Kantelhardt, J. und Eckstein, K. (2007). "Do farmers provide agri-environmental services efficiently? An economic analysis", in *The 81st Annual conference of the Agricultural Economics Society 2nd - 4th April 2007*, University of Reading.
- Scheel H. (2000). Undesirable outputs in efficiency valuations, *European Journal of Operational Research* **132** 400-410.